

encontrar las diferencias genéticas entre ambas especies mediante la secuenciación del genoma de *Linaria vulgaris* y *Linaria peloria*. Para su sorpresa y la de muchos otros investigadores, no pudieron hallar aquella mutación genética sugerida por de Vries; los genomas eran idénticos. En su lugar hallaron una epimutación responsable del fenotipo aberrante. **Recordemos el ejemplo de las banderitas en las histonas en los genes o los casilleros con diferentes colores marcando si están abiertos o cerrados.** Una epimutación se refiere a una variación a este nivel, y en este caso a una diferencia producida entre las dos especies. *Linaria peloria*, posee una modificación en las banderitas ubicadas en un gen en particular que, anteriormente, lo marcaban como un gen “prendido” y, tras la modificación, lo marcan como apagado, en el castillo pintarían el casillero que contiene al libro con esa receta de rojo, luego de haber estado pintado de azul.

En consecuencia, la maquinaria que debería transcribir este gen ya no puede detectarlo y el gen no llega nunca a formar una proteína, lo cual es muy parecido a que ese gen ya no exista. Como hemos señalado anteriormente, todas las modificaciones epigenéticas, lo cual incluye una epimutación, son potencialmente reversibles. Por lo tanto, la diferencia principal entre una mutación y una epimutación radica en que esa marca puede volver a cambiar en algún momento; el casillero puede ser “pintado de azul” y el gen pasaría a ser reconocido nuevamente.

Es el primer ejemplo descrito en el cual un cambio a nivel epigenético heredable es responsable de un cambio morfológico tan importante. Aún en nuestros días, *Linaria peloria* sigue creciendo en las mismas praderas en las cuales fuera descrita por Lineo hace más de 250 años.

Permanezcamos un tiempo más en aquella época. Hemos mencionado algunos personajes muy importantes contemporáneos de Lineo, como Buffon, Georges Cuvier, Erasmus Darwin (el abuelo de Charles) y a quien le prestaremos singular atención: Jean-Baptiste Lamarck.

Ridiculizado por siglos, Lamarck fue un hombre de una inteligencia singular que escapó de los patrones dogmáticos de aquel momento, pero lo hizo a un costo muy alto. La gran influencia que sus pensamientos tendrían sobre las ideas de Darwin años más tarde, sólo ha sido reconocida recientemente. Lamentablemente, Lamarck en su época fue desprestigiado hasta el hartazgo, muriendo ciego y en soledad a los 85 años de edad.

¿Quién fue en realidad este protagonista estelar de las ideas evolutivas y, además, considerado padre de la Biología?

Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, llamado generalmente caballero de Lamarck (1744-1829) nació en Bazentin-le-Petit (Francia) el primero de Agosto de 1744. Concebido en el seno de una familia de larga tradición militar, Jean Baptiste ingresó muy joven al ejército francés. Tenía 17 años, cuando tras la muerte de su padre, se enroló para ir a combatir en la Guerra de los Siete Años; conflicto bélico que se desarrolló entre 1756 y 1763 y que enfrentó a Gran Bretaña y Prusia (parte de lo que hoy es Alemania) contra España, Francia, Austria y Rusia. Francia y Gran Bretaña jugaron un rol trascendental en la guerra, aunque los franceses fueron los derrotados. La historia cuenta que, al día siguiente a que Lamarck se alistara, su compañía libró una durísima batalla en la que

la mayoría de sus compañeros murieron. El caballero se hizo reconocido rápidamente entre las tropas debido a su coraje y le recompensaron con el nombramiento de teniente.

Tiempo después y tras firmarse la paz, renunciaría a su cargo militar por problemas de salud y se trasladaría a París donde renacería su amor por las Ciencias Naturales. Es verdad que aún durante su vida militar se interesó mucho por la botánica, de hecho, durante la guerra realizó una detallada descripción de la flora mediterránea. Una vez asentado en París sería esta descripción su punto de conexión con el naturalista Georges Louis Buffon. En aquellos años la botánica estaba sumamente ligada a la medicina, y era una pasatiempo común entre la nobleza. Lamarck se dedicó a la botánica, pero lo hizo con un espíritu netamente científico. No tardó en escribir un gran libro titulado *Flora de Francia* que le publicó Buffon.

Gracias al prestigio obtenido con este libro y a la amistad creciente con Buffon, lo eligieron miembro de la Academia Francesa de Ciencias, y le asignaron un puesto en el museo de Historia Natural. En 1793, tras una profunda reorganización del museo, obtuvo el nombramiento como profesor del área de insectos y gusanos, departamento que luego él renombraría como “zoología de invertebrados”.

Entre las innumerables contribuciones de Lamarck al ámbito de las Ciencias Naturales se encuentra el haberle dado nombre a la disciplina que todos conocemos como: Biología. Fue el primero en utilizar este término para referirse a las ciencias de la vida y, como señalamos en el párrafo anterior, también fue quien acuñó la palabra *invertebrados*. Sobre este nuevo campo escribió un importante libro en siete tomos *Historia natural de los animales invertebrados* (1815-1822), muy avanzado para su época.

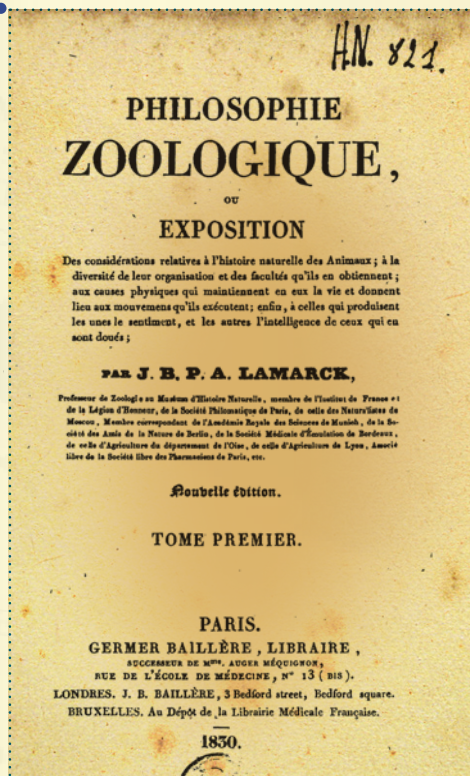
Pero vayamos al grano: la evolución. En 1809 publicó un libro llamado *Philosophie Zoologique*, obra en la cual volcaría sus ideas (algunas muy revolucionarias para la época) sobre la evolución de las especies. En primer lugar, podemos decir que se oponía drásticamente al **fijismo** y al **creacionismo** imperante en la época. Él encontraba que existía una secuencia de conexión entre las diferentes especies y creía que estaban conectadas por una sucesión gradual de acontecimientos que llevaban a la transformación de una especie en otra. En esta sencilla idea se escondía la esencia pura de la teoría evolutiva que años más tarde desarrollarían en forma simultánea Wallace y el propio Darwin. Lamarck entendía que los organismos estaban en medio de un cambio permanente, constante, que formaba un continuo biológico que iba desde las formas más simples, en un extremo, a las más complejas en el otro.



a. Jean Baptiste Lamarck. El “padre” de la Biología. No sólo acuñó el término sino que además realizó innumerables aportes a esta disciplina científica. Ridiculizado por siglos, hoy se le ha vuelto a revalorizar por sus ideas.

b. George Louis Buffon. Gran amigo de Lamarck, fue de trascendental importancia en el desarrollo de su carrera.

a
b



Philosophie Zoologique. Primera hoja de la segunda impresión de su libro publicado en 1830.

No son los órganos, es decir la naturaleza y forma de las partes de un animal lo que da lugar a sus especiales costumbres y facultades; sino, por el contrario, sus costumbres, modo de vida y el ambiente en el curso del tiempo, han controlado la forma de su cuerpo, el número y el estado de sus órganos y, finalmente, las facultades que posee.

La naturaleza nos muestra el poder del ambiente sobre el hábito y del hábito sobre la forma, ordenamiento y proporción de las partes de los animales.

Variaciones en el ambiente inducen cambios en las necesidades, costumbres y modos de vida de los seres vivos. Estos cambios dan lugar a modificaciones o desarrollo de sus órganos y en la forma de sus partes". (Philosophie zoologique, 1809).

La influencia que el ambiente ejercía sobre los organismos llevaba a que estos tuvieran que establecer nuevas habilidades o estructuras para poder adaptarse al entorno en constante cambio. De esta forma surgió la mal llamada teoría del uso y del desuso o "herencia de los caracteres adquiridos". Un organismo obligado por las circunstancias a tener que utilizar más frecuentemente un órgano para poder satisfacer sus necesidades biológicas básicas, cambiaría e

iría dejando descendencia cada vez más adaptada a ese nuevo entorno. En este caso el proceso evolutivo de las especies sería direccionado por el ambiente.

Es decir, el ambiente afecta a los organismos, estos cambian de alguna manera ofreciendo una adaptación al ambiente, ese cambio se transforma en heredable y comienza a esparcirse en el medio de una determinada población. En este modelo (llamémosle modelo 1) el azar juega un papel muy secundario. El cambio es DIRIGIDO por el ambiente. Todo esto es muy diferente a las ideas aceptadas por la ciencia moderna que se han ido desprendiendo, paulatinamente, de los avances en genética y evolución por los cuales fijan la brújula en los cambios al azar por mutaciones en la molécula de ADN de individuos que forman parte de una población. Cuando esos cambios comienzan a ofrecer alguna nueva función que, además, tiene un valor adaptativo para quienes la portan, entonces, comienza a propagarse rápidamente. Es decir, dejarán más descendencia que quienes no lo tengan y en las futuras generaciones habrá cada vez más representantes que posean esa modificación del ADN en la población total. Ahora, en este modelo (llamémosle modelo 2) el cambio es completamente azaroso y previo a una condición ambiental que lo favorezca o desfavorezca. Los cambios, simplemente, se van acumulando hasta que en algún momento el ambiente se modifica y, entonces, los cambios comienzan a jugar algún rol importante.

Vayamos a un ejemplo concreto de cómo operarían estos dos modelos.

Un animal (en realidad, nos referimos a un grupo de animales, o una población entera) que vivía usualmente en zonas frías, tras varias migraciones por falta de alimento, encuentra un “paraíso” tropical donde, justamente, lo que le sobra es comida. El problema es que, ahora, este animal está expuesto diariamente, a una alta radiación ultravioleta (UV), —lo cual no ocurría en su ambiente original—, que le provoca muchos daños en su fisiología y en algunos casos lo lleva incluso a la muerte.

¿Cómo podría funcionar la evolución de acuerdo a los dos modelos?

Veamos. Según el modelo 1, un posible camino sería que la elevada cantidad de radiación ultravioleta (modificación del ambiente) generara una mayor actividad del gen que codifica para la proteína llamada melanina.

Claro que en la época de Lamarck no se hablaba de genes ni de proteínas, él hablaba directamente de la especialización de los órganos o partes del cuerpo en respuesta al ambiente, un cuello más largo para alcanzar frutos más altos, patas más cortas para una aceleración más potente, oídos más sensibles, mayor cantidad de pelos, etc, etc, etc.

Según el modelo 2, en la población original habría algunos organismos con mutaciones sobre el gen de la melanina, podrían tenerlo duplicado o incluso mutado su sitio de origen, de manera que siempre estuviese muy activo o muy apagado. En esa población habría individuos más claros y más oscuros. Al producirse la migración final, aquellos organismos que tenían, previamente, cambios genéticos que llevaban a una mayor producción de melanina, iban a vivir más tiempo y en mejores condiciones, por lo tanto dejarían más descendencia. En las futuras generaciones habría cada vez más individuos oscuros (con mucha melanina) pero sólo producto del proceso de selección natural, estarían mejor adaptados al nuevo medio ambiente pero como consecuencia de una constitución genética previa.

En algún momento se llamó a estos dos modelos herencia dura (al modelo 2) y herencia blanda (modelo 1), ya que en este último el ambiente modelaba a los organismos por cambios producidos en respuesta directa y estos cambios eran heredables y, por lo tanto, la herencia era moldeable, blanda... mientras que en el primero los organismos no se modificaban en respuesta al medio, la herencia era la misma, una herencia dura, lo que cambiaba era cómo esos organismos se desenvolvían en el ambiente y en todo caso la capacidad que ellos tenían para dejar descendencia.

Estos términos son, sin duda, reduccionistas, en el mejor de los casos, pero aún así nos servirán para continuar con el relato. Saltaremos de los monstruos de Lineo a las madres cuidadoras de Menay, para volver, luego, sobre la tan criticada herencia “blanda” lamarckiana.

La melanina es un pigmento que se produce en las células epidérmicas (la piel) y que absorbe radiación, de manera que cuanto más melanina exista sobre la superficie de un cuerpo, menos cantidad de radiación UV será absorbida por el resto del organismo. Es un filtro solar natural y es, justamente, la proteína que nos broncea en verano. Pues bien, la cuestión es que ese gen se vuelve muy activo (cambio adaptativo en respuesta al ambiente) y ese cambio en la actividad del gen se vuelve heredable. De esta forma, la descendencia de estos organismos tendrá más melanina desde su nacimiento y estarán protegidos contra la radiación UV.