

## La epigenética y la reivindicación de Lamarck

CLELIA DE LA PEÑA SEAMAN

Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY).  
Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205,  
Mérida, Yucatán, México.  
[clelia@cicy.mx](mailto:clelia@cicy.mx)

La evolución orgánica, desde cualquier punto de vista y desde cualquier vertiente, es la fuerza que ha impulsado a las diferentes especies a seleccionar las mejores características de sobrevivencia y desarrollo para su perpetuación exitosa. Los organismos vivos pueden cambiar sus rasgos fisiológicos y de comportamiento para adaptarse y sobrevivir a entornos cambiantes. Sin embargo, si estos rasgos adquiridos pueden heredarse o no a través de generaciones mediante alteraciones no genéticas ha sido un tema de debate durante más de un siglo.

**Palabras clave:** ADN, caracteres adquiridos, Darwin, evolución, herencia.

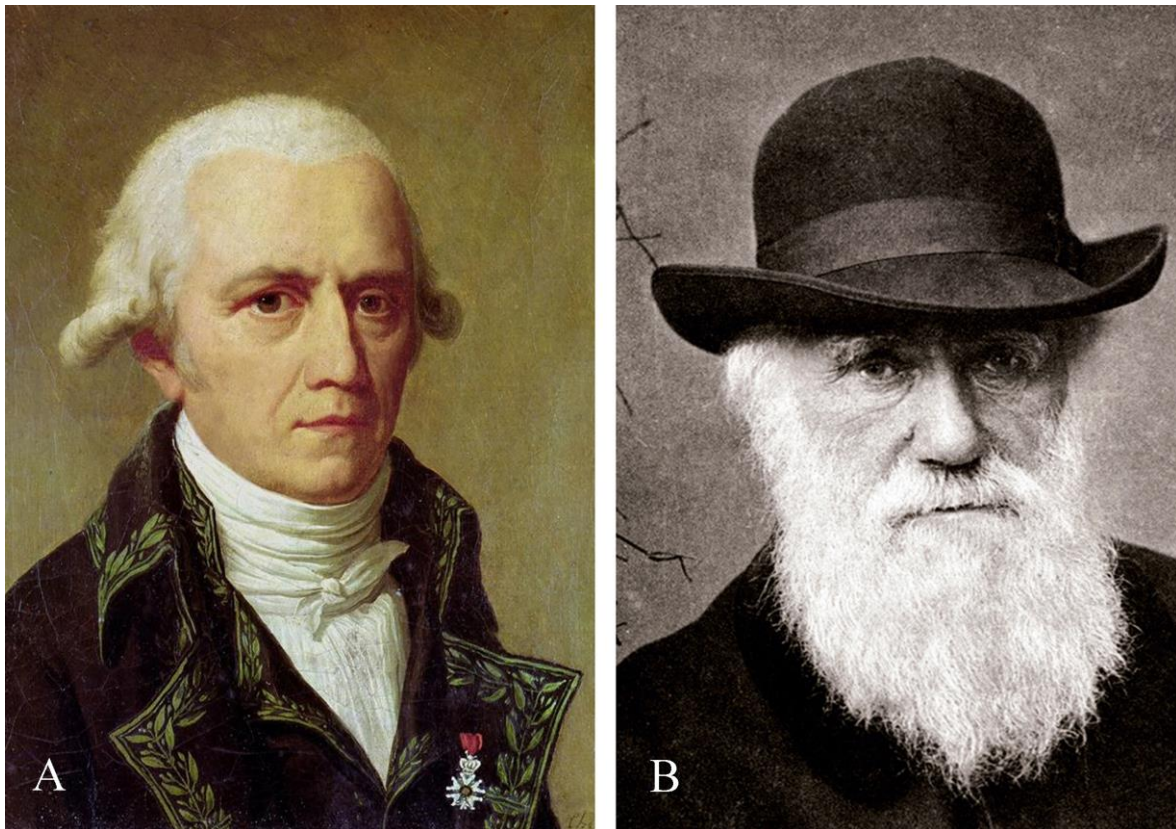
Hasta hace un par de décadas, la mayoría de los biólogos pensaban que las características fenotípicas o rasgos en un organismo estaban codificadas exclusivamente en su ADN (la biblioteca celular que contiene toda la información genética en los cromosomas). Sin embargo, ahora está claro que existen mecanismos que no afectan la secuencia de nucleótidos presentes en el genoma y que pueden generar nuevos fenotipos. Esta variación fenotípica presionada por el ambiente, el estilo de vida, la alimentación o el estrés es atribuida a la epigenética.

La epigenética no implica un cambio en la secuencia de nucleótidos del ADN, sino que consiste en la unión reversible de ciertos grupos químicos al ADN y a unas proteínas llamadas histonas, que en conjunto for-

man a la cromatina (Allis *et al.*, 2015). Estas modificaciones epigenéticas pueden ser heredadas a través de la línea germinal dando como resultado una alteración de la capacidad de transcripción de los genes, las cuales ocurren con más frecuencia que los cambios genéticos.

Hoy en día, la epigenética ya está poniendo de manifiesto una complejidad del genoma muy alejada de las teorías clásicas de la evolución y la herencia. El papel de la epigenética en la evolución y la ecología está surgiendo como una fuente importante de variación fenotípica entre individuos y que son ejemplos de la denostada “herencia de caracteres adquiridos” propuesta por Lamarck hace más de 200 años.

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet,



**Figura 1.** Primeros evolucionistas. **A.** Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, caballero de Lamarck. (Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19173092>). **B.** Charles Robert Darwin. (Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=443325>)

caballero de Lamarck (1744-1829), quien fue un evolucionista francés, decía que nuestro entorno propicia cambios fenotípicos que se heredan (Figura 1A). Lamarck pasó por todo tipo de travesías científicas y sociales para exponer sus ideas sobre la herencia de los caracteres adquiridos y el uso y desuso de las partes del cuerpo, ideas que más tarde las hizo teorías. En la teoría de los caracteres adquiridos, la cual defendió de forma explícita en 1809, Lamarck decía que cambios fenotípicos ocurrían a través del tiempo y que la herencia de los ca-

racteres adquiridos pasaba a la descendencia. El clásico ejemplo que Lamarck presentaba para mostrarle al mundo que estaba en lo cierto, es la evolución de las jirafas. Lamarck dijo que todas las jirafas tenían, originalmente, cuellos cortos, pero éstos se fueron haciendo más largos debido al estiramiento provocado al tratar de alcanzar las hojas más altas de los árboles. Fue de esta manera como el “rasgo adquirido” (cuellos largos) pasó a la descendencia (Figura 2). A Lamarck no solamente lo excluyeron del círculo selecto de biólogos,

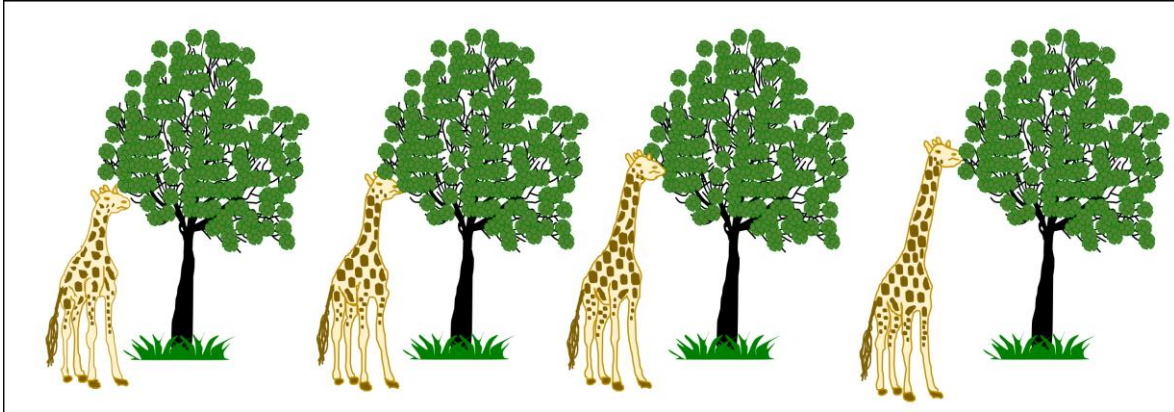
sino que lo ridiculizaron por sus ideas de la “evolución” de la jirafa.

Después llegó Charles Robert Darwin (1809-1882) quien retomó el ejemplo de Lamarck sobre la evolución de las jirafas, pero desde su propia hipótesis de la selección natural (Figura 1B). Darwin dijo que las jirafas con cuellos cortos obtenían menos alimento ya que las hojas más cercanas eran las primeras que se agotaban quedando sólo las hojas más altas para aquellas jirafas que pudieran alcanzarlas. Fue así que las jirafas de cuellos cortos no sobrevivían por falta de alimento y, en consecuencia, no pasaban sus rasgos a la siguiente generación mientras que las de cuellos un poco más largos sobrevivían y se reproducían (Figura 3). Por otro lado, Darwin en cierta forma también tomó la idea de la herencia de caracteres adquiridos a sus teorías. De hecho, Darwin postuló la teoría de la pangénesis: minúsculas “gémulas” que son expulsadas por las células ante un cambio ambiental circulan por el cuerpo llevando la información necesaria para la respuesta, incluidas las células germinales.

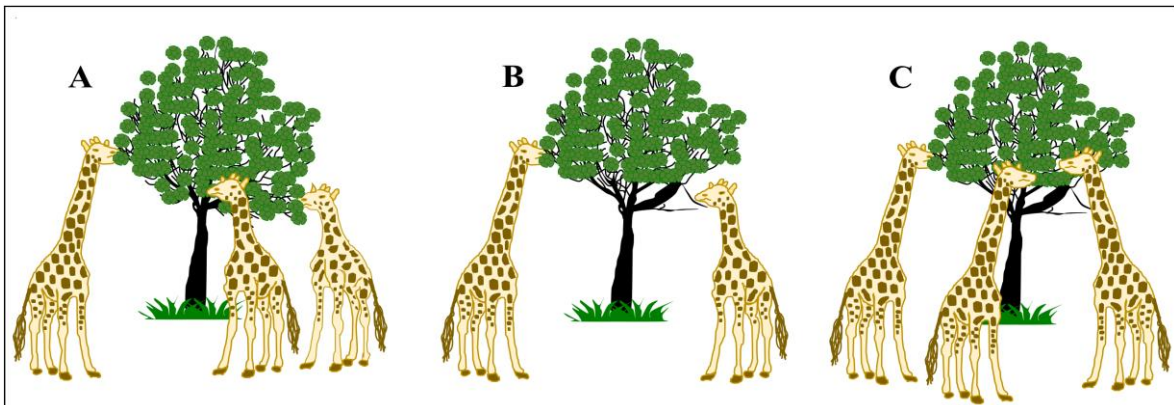
En la teoría de Lamarck, el medio ambiente fuerza la aparición de ciertos rasgos a ser utilizados y de otros para no ser utilizados. En la teoría de Darwin, por otro lado, el medio ambiente selecciona el rasgo más adecuado para sobrevivir. La teoría de la evolución de Darwin es una teoría que concuerda con la genética moderna. Sin embargo, la teoría de Lamarck concuerda con la epigenética. Entonces, se podría decir que la evolución depende de cambios ambientales externos y de cambios genéticos

aleatorios. Y, no es que le estemos dando la razón a Lamarck, pero si hemos de admitir que el medio ambiente, además de seleccionar los genomas más aptos, también parece modificarlos para generar individuos diferentes que podrían transmitir rasgos particulares a su descendencia. Esto plantea otra visión en la que el medio ambiente condiciona las formas de vida que en él viven y evolucionan, más allá de la selección darwiniana.

La mejor evidencia para ejemplificar la herencia epigenética o de caracteres adquiridos es el de los experimentos con ratones Agouti. Una característica de estos ratones es que su color amarillo puede cambiarse a marrón con la ingestión de alimentos ricos en grupos metilo (grupos químicos que se unen al ADN para modificar la expresión de genes) (Wolff *et al.*, 1998). La secuencia del ADN de los ratones no cambia en absoluto con la ingesta de los alimentos, pero la epigenética de ciertos genes provoca un cambio de color en el pelaje de los ratones que sorprendentemente es heredado por su descendencia. Es decir, el ratón nace amarillo pero su alimentación lo cambia a marrón y su descendencia en vez de nacer amarilla es marrón. En otro estudio, se adiestró a un grupo de ratones a tenerle miedo a un cierto olor, cuando nacían las crías y dos generaciones después de éstas reaccionaban con miedo al exponerlas a ese olor sin haber sido adiestradas como en la primera generación. Lo que se descubrió con análisis moleculares fue que el gen que codifica para un receptor olfativo activado por ese olor estaba hipometilado (bajos niveles



**Figura 2.** Evolución de la jirafa de acuerdo a Lamarck. Las primeras jirafas en habitar la tierra eran de cuellos muy cortos pero dado que éstas alargaban su cuello una y otra vez para alcanzar las hojas más altas de los árboles, las jirafas lograron desarrollar poco a poco cuellos más largos para convertirse en las jirafas que conocemos hoy en día. (Dibujo: Clelia de la Peña Seaman).



**Figura 3.** Evolución de la jirafa de acuerdo a Darwin. Las jirafas eran originalmente de cuellos cortos y las pocas jirafas con cuellos más largos tenían mayor disponibilidad de alimento puesto que alcanzaban las hojas más altas de los árboles a diferencia de las jirafas con cuellos cortos (A). Las jirafas con cuellos más largos viven más tiempo y dejan más descendencia; esto provocó que las jirafas con cuellos cortos se fueran extinguiendo poco a poco. (B). Las jirafas con cuellos largos, por selección natural, lograron sobrevivir, reproducirse y generación tras generación heredaron los rasgos para convertirse en las jirafas que conocemos hoy en día (C). (Dibujo: Clelia de la Peña Seaman).

de metilación en un gen provoca mayor expresión del gen) en la descendencia, potenciando así los circuitos olfativos (Szyf, 2014).

En algo sí podemos estar seguros, Lamarck estuvo incorrecto en pensar que la herencia de los caracteres o rasgos adquiridos eran el único mecanismo de evolución, la selección natural es más común. Sin embargo, ahora sabemos que la herencia de caracteres adquiridos a veces sucede a través de la herencia de modificaciones epigenéticas. Así, la epigenética, en conjunto con la genética, puede promover sinérgicamente la evolución de las especies.

## Referencias

- Allis C.D., Caparros M.L., Jenuwein T., Reinberg D. 2015. *Epigenetics*. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Szyf M. 2014. Lamarck revisited: epigenetic inheritance of ancestral odor fear conditioning. *Nature Neuroscience* 17: 2-4.
- Wolff G.L., Kodell R.L., Moore S.R., Cooney C.A. 1998. Maternal epigenetics and methyl supplements affect agouti gene expression in Avy/a mice. *The FASEB Journal* 12: 949-957.

Desde el Herbario CICY, 10: 132–136 (21-Junio-2018), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, [www.cicy.mx/Sitios/Desde\\_Herbario/](http://www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/), [webmas@cicy.mx](mailto:webmas@cicy.mx). Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano y Lilia Lorena Can Itza. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 23 de noviembre de 2017. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.