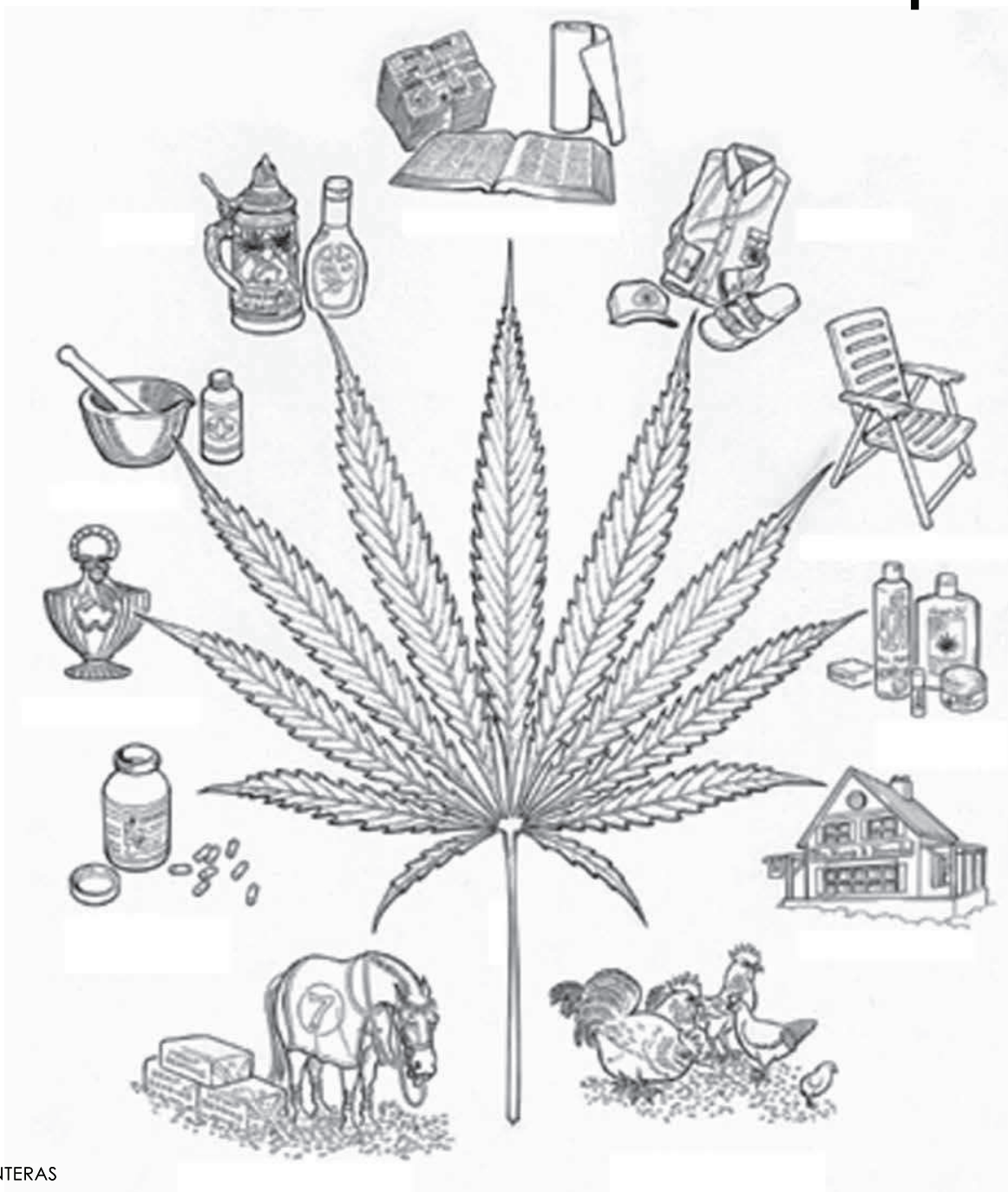


# Exaptación

en el marco de la domesticación de plantas



## Selección natural y adaptación

El término "adaptación" es uno de los conceptos centrales de la teoría evolutiva. Se trata de cualquier característica de un organismo que promueve la reproducción y que fue modificándose para responder a su función actual.

De manera sencilla, la teoría evolutiva darwinista establece que la selección natural es el mecanismo que favorece o limita el éxito reproductivo de los organismos, dependiendo del nivel de adaptación que éstos tengan: es más probable que sobrevivan los organismos con características más adaptadas al medio ambiente que aquellos con menos adaptación.

Este concepto ha permeado muchas disciplinas y hasta el lenguaje coloquial, sin importar que el significado no esté acotado directamente a los planteamientos de Darwin. Por ejemplo, es común escuchar expresiones como: "ya me adapté al clima de este lugar" o "ya me adapté al sistema educativo". Nuestras estructuras y características se adaptan o no a los factores del medio y de eso depende nuestra permanencia en ciertos sistemas (educativos, sociales y laborales, entre otros).

### ¿Y la exaptación?

Al contrario de lo que ocurre con el término adaptación, la *exaptación* es un concepto que no ha sido muy popular, incluso en los círculos académicos, pero puede tornarse muy importante para explicar procesos de éxito reproductivo de varias poblaciones o especies, al margen del proceso adaptativo.

El término fue definido formalmente por los evolucionistas Stephen Jay Gould y Elisabeth S. Vrba en 1981, y se refiere a un proceso en el que cierta característica de un organismo se fue adaptando para una función distinta de la actual. Un par de ejemplos estudiados por estos científicos ayudan a comprender el concepto:

► **Surgimiento del vuelo en las aves.** Es común suponer que las plumas de las aves surgieron para ayudarlas en el vuelo,

sin embargo, muchos evolucionistas han concluido que su función original era la de ser un aislante térmico para protegerlas del frío y el agua. El proceso de selección natural condujo a un mayor desarrollo de plumas para lograr un mejor aislante, aunque la consecuencia final fue la facultad del vuelo.

► **Desarrollo del sistema óseo.** Podría pensarse que los huesos surgieron por un proceso adaptativo cuyo resultado fue una estructura de soporte que permitió a los vertebrados colonizar ambientes terrestres. No obstante, algunos científicos proponen que el sistema óseo evolucionó inicialmente como una adaptación para almacenar los fosfatos necesarios para la actividad metabólica. Mucho tiempo después los huesos sustituyeron al endoesqueleto de cartílago y se volvieron un soporte. Actualmente tienen dos funciones principales: soporte/protección y almacenamiento/homeostasis de ciertos iones minerales, como el fósforo. Esto último es una adaptación, pero la función de soporte y protección es una exaptación.

Los expertos señalan que las exaptaciones no funcionan a la perfección, por lo que se desarrollan adaptaciones secundarias. Entonces, las características complejas de los organismos son una mezcla de exaptaciones y adaptaciones. Sin embargo, la investigación evolutiva se ha enfocado más a procesos de adaptación que de exaptación.

Las características complejas las podemos entender como la interacción de varias cualidades, por ejemplo, la facultad del vuelo de la mayoría de las aves, la cual implica la presencia de plumas, un sistema respiratorio muy eficiente, un esqueleto y un sistema muscular adaptado para el movimiento del aleteo, entre otras características que se fueron perfeccionando por mecanismos adaptativos a lo largo de miles de años y que "trabajan" a la vez.

### La selección artificial

Los ejemplos mencionados de exaptación ocurrieron desde procesos de selección natural que favorecieron a ciertas especies más adaptadas que otras, o cuyas estructuras tuvieron un efecto exaptativo benéfico para la permanencia de la especie o la reproducción.

Mi propuesta es reflexionar sobre los procesos exaptativos en contextos donde la selección natural no es determinante para la sobrevivencia y reproducción de ciertas poblaciones, sino la selección artificial, es decir, el manejo y domesticación por parte de los grupos humanos. Dicho de otra forma, hay casos en que las especies cuentan con una característica derivada de la selección natural que les da una ventaja reproductiva y de permanencia del linaje, pero esa característica tiene otra utilidad para las personas, por lo que se le da un manejo particular y con ello aumenta la posibilidad de reproducción y sobrevivencia de los organismos.



Los metabolitos secundarios de algunas plantas de uso medicinal o ritual tienen funciones ecológicas, como la defensa contra herbívoros, microbios o virus, pero en especies como las del género *Cannabis*, también causan efectos farmacológicos y son manejados para un fin distinto del original; ¿a esto puede deberse la amplia dispersión y diversificación de especies?

Entonces, la selección artificial alude al hecho de que las personas seleccionan algunas características de plantas, animales y otros organismos, para obtener beneficios de ellos. Hemos moldeado la forma, el sabor, el tamaño, el color, los requerimientos fisiológicos y muchas otras cualidades de más de un centenar de especies: aves, vacas, perros, maíz, trigo, arroz, papa y muchas más. Otro ejemplo es el uso de levaduras: hongos del género *Saccharomyces*, del cual se han seleccionado diferentes cepas para la producción de pan, cerveza y vino.

### Cereales y alcaloides en posibles procesos de exaptación

Parece que el concepto de exaptación no ha sido explorado ampliamente en los procesos de selección artificial, por lo que en ese contexto no es un consenso de la comunidad científica. Aun así, es factible plantear que la domesticación de especies puede representar procesos de exaptación,

los cuales son frecuentes en agroecosistemas. Los agroecosistemas son ecosistemas que se han modificado por la intervención humana al establecer sistemas de producción. Algunos están sumamente modificados y en muchos casos degradados, como los monocultivos extensivos, pero en otros se combina la producción agropecuaria con la conservación e interacciones ecológicas.

Diversas plantas cuentan con características que las personas han identificado como útiles y que surgieron por un proceso adaptativo, sin intervención humana. Luego, con la interacción entre personas y especies, las características adaptadas para una función van resultando más útiles para otras funciones, y el manejo intencional repercute en que esas especies experimentan una mayor dispersión, variación genética y diversificación de razas.

En este sentido, la selección natural ha favorecido la reproducción y abundancia de muchos vegetales con semillas, ya


que éstas, además de proteger al embrión ("planta" minúscula que puede dar origen a una nueva), le brindan alimento: los carbohidratos. Ahora bien, esta característica –el alto contenido de carbohidratos de las semillas– se puede considerar como una exaptación cuando se inicia un proceso de selección artificial. La estructura que se formó por procesos adaptativos (semilla con carbohidratos) cobra mayor importancia al ser destinada para otros fines: la alimentación humana en vez de la protección y alimentación del embrión, y esto repercute en el éxito reproductivo, dispersión y variación genética de la especie. Es el caso de algunas plantas gramíneas como el maíz, el arroz y el trigo; su interacción con las poblaciones humanas les confirió una gran dispersión a prácticamente todo el mundo, una diversificación en diferentes razas o variedades y la garantía de que sus genes permanecerán en la biota del planeta.

Otro ejemplo que considero un proceso de exaptación son ciertas plantas medicinales o rituales que han sido domesticadas. Es sabido que los metabolitos secundarios de estas plantas –compuestos orgánicos que no tienen una función directa en el crecimiento y reproducción de los organismos– tienen funciones ecológicas, sobre todo de defensa contra herbívoros, microbios o virus, y como mecanismo de competencia entre plantas, aunque también funcionan como compuestos de señales, por ejemplo, para atraer animales polinizadores y dispersores de semillas, como señala el evolucionista molecular Michael Wink.

Los metabolitos secundarios resultan importantes para la sobrevivencia y éxito reproductivo de las plantas, por lo tanto, representan un carácter adaptativo que ha sido sometido a la selección natural durante la evolución, pero podríamos preguntarnos si actualmente cobran una importancia exaptativa. En las especies del género *Cannabis*, estos metabolitos causan los efectos farmacológicos de las plantas y son manejados para un fin dis-



BLANCA MAYELA



El término exaptación fue definido formalmente por los evolucionistas Stephen Jay Gould y Elisabeth S. Vrba en 1981, y se refiere a un proceso en el que cierta característica de un organismo se fue adaptando para una función distinta de la actual. Por ejemplo, las plumas de las aves originalmente funcionaban como aislante térmico y terminaron por ayudar en el vuelo.

tinto del original, ¿a esto puede deberse la amplia dispersión y diversificación de especies? Sería el caso de muchas otras plantas asociadas al manejo y uso que las poblaciones humanas dan a los alcaloides para fines rituales o lúdicos, más allá de sus funciones ecológicas.


### Un término perdido...

Si pensamos que la mayoría de los casos de domesticación de especies ocurren por mecanismos exaptativos, como el de las gramíneas y sus semillas energéticas o los metabolitos secundarios y sus efec-

tos en la mente humana, entonces estamos aceptando que la exaptación ocurre en muchos casos, aunque el concepto se ha mantenido al margen en las discusiones sobre evolución o bajo la sombra del tan estudiado proceso de adaptación.

El reconocimiento de procesos exaptativos de especies manejadas en los agroecosistemas –con interacción humano-planta, humano-animal–, nos permite valorar su riqueza genética y su potencial para el desarrollo de funciones útiles a la sociedad que no se perciben en primera instancia. Al respecto, los paisajes agro-

ecológicos caracterizados por una gran diversidad genética, de especies y por tanto, de interacciones ecológicas, tienen un mayor potencial de desarrollo de funciones exaptativas que los paisajes dominados por sistemas de producción agroindustrial (como los campos destinados a la producción de caña para la industria azucarera, por ejemplo).

Es importante conservar la diversidad genética y de especies, no sólo por las funciones que actualmente desempeñan, sino por su potencial para desarrollar funciones exaptativas en la interacción con las personas. La exaptación, como asegura Stephen Jay Gould, es un término perdido en la teoría evolutiva, pero no por ello deja de ser fundamental. 

Eric Vides Borrell es aspirante al Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable de ECOSUR (erviboro@gmail.com).