Evolución en asfalto

Posted on 1 de febrero de 2021 by Carlos López-Fanjul

La selección natural puede concebirse como un mecanismo que utiliza por combustible la variación genética para producir las modificaciones que confieren a los seres vivos una mayor adaptación al medio en que viven, esto es, para suministrar a las poblaciones de cualquier especie la mejor solución posible al desafío planteado por una alteración ambiental determinada. Evidentemente, este proceso no tiene garantizado el éxito, que sólo se alcanzará si previamente existen mutaciones ventajosas que la selección pueda favorecer aumentando su frecuencia poblacional y, si esto es así, la velocidad de incorporación de dichas mutaciones al repertorio genómico será función de la magnitud de sus efectos. Esos cambios genéticos debidos a la acción de la selección (junto con los correspondientes al azar) pueden conducir (pero no necesariamente) a la formación de nuevas especies cuando ocurren en poblaciones aisladas geográficamente (y por tanto reproductivamente) de las restantes de su especie original. Aunque la importancia relativa de los distintos modelos de especiación sigue siendo hoy objeto de debate, el que acabo de mencionar se considera más general simplemente por ser el menos exigente.

De lo anterior se desprende que para observar, en un plazo relativamente breve, respuestas a la selección natural e incluso fenómenos de especiación incipiente, es preciso centrarse en seres cuyo ciclo reproductivo sea corto sometidos a perturbaciones ambientales drásticas, en la esperanza de que las mutaciones favorables para sobrevivir en semejantes condiciones estén presentes en las poblaciones de partida. Esto puede llevarse a cabo utilizando organismos piloto sometidos en el laboratorio a presiones ambientales extremas, o bien recurriendo a especies que han ocupado espacios urbanos radicalmente distintos de su medio natural ordinario. Al estudio de las últimas está dedicada la obra *Darwin viene a la ciudad*, una amena, minuciosa, documentada y convincente exposición escrita por Menno Schilthuizen, profesor de Evolución y Biodiversidad en la Universidad de Leiden y autor de numerosos artículos científicos y cuatro libros de divulgación sobre esos temas.

Para ilustrar el contenido del libro reseñado expondré con cierto detalle alguno de los casos analizados en él, elegidos entre los que las pruebas que informan la acción selectiva y la consiguiente especiación son más completas.

En 1878, el entomólogo aficionado Albert Brydges Farn comunicó a Darwin que las poblaciones del lepidóptero *Charissa obscurata* que moraban en las blancas rocas de Lewes, estaban mudando su color de blancuzco a negro a medida que el humo producido por los

molinos de cemento había ido ennegreciendo la zona a lo largo del cuarto de siglo anterior, cambio que atribuía a la acción del novedoso mecanismo de selección natural entonces objeto de vivo debate. Aunque no hay constancia de que Darwin contestara la carta, el suceso, conocido posteriormente como melanismo industrial y aplicado a otro lepidóptero nocturno (*Biston betularia*), se convirtió cincuenta años más tarde en uno de los ejemplos favoritos de selección presentados en los libros de texto, cuyo planteamiento es más o menos el que sigue. Durante la primera mitad del siglo XIX la industria textil de Manchester, alimentada por carbón, oscureció paulatinamente el territorio circundante cubriéndolo de hollín y, en paralelo, el color de las alas del *Biston betularia* pasó de blanquecino moteado a negro. Se ha podido fechar hacia 1819 la aparición de la mutación responsable, determinada por la inserción de un transposón compuesto por unas veintidós mil bases en el gen cortex que determina la pigmentación del ala. Inicialmente muy poco frecuentes, puesto que su primera entrada en las colecciones entomológicas data de 1848, las mariposas portadoras de la mutación antedicha se extendieron velozmente a continuación a la mayoría de las regiones fabriles inglesas, donde, a finales del siglo, habían substituido casi por completo al fenotipo silvestre que ya sólo se encontraba en comarcas rurales apartadas. El fenómeno fue estudiado detalladamente en los años 1950 por el naturalista Bernard Kettlewell mediante experimentos de suelta y recaptura complementados por el examen del comportamiento diferencial de las aves depredadoras, que detectaban más fácilmente y engullían mayoritariamente los insectos blancos posados sobre superficies negras en zonas polucionadas (o los negros situados sobre exteriores blancos en las rústicas). Estas observaciones permitieron establecer una desventaja del 50% para el alelo determinante del color claro en zonas oscuras y viceversa, coincidiendo con la estima previa de J. B. S. Haldane basada en la substitución alélica documentada a lo largo de unos cincuenta años. A finales del siglo XX se trató de completar los datos anteriores mediante más rigurosas investigaciones a cargo de Michael Majerus, cuya publicación en 1998 produjo reacciones inesperadas y lamentables. Algunos especialistas las tomaron, con inexcusable ligereza, como una invalidación de los resultados previos, mientras que una desaprensiva periodista no dudó en escribir todo un libro calificando al melanismo industrial de fraude científico sin aportar prueba alguna al respecto, con el consiguiente regocijo de los enemigos del evolucionismo, concretamente los dirigentes del Institute of Creation Research especializado en la interpretación de la diversidad biológica a la luz de la literalidad del Génesis. En esta situación, Majerus se puso de nuevo manos a la obra y, tras seis laboriosos años, no sólo confirmó los primitivos resultados de Kettlewell sino que los completó con su imagen inversa: la vuelta del negro al blanco como consecuencia de la disminución drástica de la polución en las zonas industriales inglesas, de manera que a finales del siglo XX las mariposas oscuras eran tan raras en Manchester como en 1848.

El caso que acabo de relatar es uno más de la larga serie aportada por Schilthuizen. Entre ellos está el del estornino (*Sturnus vulgaris*) introducido en los Estados Unidos en 1877 por un voluntarioso hombre de negocios que consideró de interés "mejorar" la fauna de su patria importando las especies de aves mencionadas en los dramas de Shakespeare. De los cien ejemplares inicialmente soltados en el Central Park de Nueva York descienden los doscientos millones que actualmente ocupan toda clase de asentamientos urbanos norteamericanos, con la consiguiente exclusión de las especies nativas. Comparados con los especímenes de 1890 conservados en colecciones de museos, sus alas han ido redondeándose gradualmente, adquiriendo una forma más adecuada para despegar o cambiar de rumbo con celeridad (útil para escapar de gatos o automóviles) que la puntiaguda original, que da mejores resultados para largos vuelos en línea recta (como corresponde a una especie migratoria).

Fenómenos semejantes se han observado también en vegetales, de los que daré una sola muestra. La especie europea *Crepis sancta*, de la familia de las asteráceas, produce dos tipos de semillas, unas pocas pesadas que normalmente caen al suelo cerca de la planta madre, y muchas otras ligeras provistas de una especie de sombrilla que facilita su dispersión y la consiguiente colonización de nuevos territorios. A diferencia de lo que ocurre en campo abierto, los *Crepis* urbanos se han especializado genéticamente en la producción mayoritaria de semillas pesadas que puedan germinar en el terreno favorable en que creció la planta madre, a expensas de una reducción de las ligeras, puesto que la mayoría de las áreas urbanas, generalmente asfaltadas, no son aptas para ser ocupadas.

Me referiré a continuación a aquellos casos en que los cambios selectivos han propiciado fenómenos de especiación posteriores. Las continuas picaduras de mosquitos sufridas por los londinenses refugiados en las estaciones del metro durante los bombardeos de la II Guerra Mundial se han trasladado hoy a los pasajeros de las líneas Central, Victoria y Bakerloo, de manera que cada una de estas alberga a una población de mosquitos genéticamente distinta, aislada del resto por corrientes de aire producidas por la circulación de los trenes que favorecen el contacto entre individuos de distinto sexo en la misma línea y obstaculizan el tránsito de una a otra. Sin embargo, se ha podido establecer que estos insectos (*Culex molestus*) provienen de una única colonización del espacio subterráneo por otros procedentes del exterior (*Culex pipiens*), de los que también difieren genéticamente. En particular, los *molestus* se alimentan de sangre de mamíferos, son capaces de reproducirse en espacios cerrados, pueden poner huevos sin nutrirse previamente, y no experimentan diapausa invernal, mientras que los *pipiens* se ceban habitualmente picando aves, sólo se multiplican en espacios abiertos, únicamente aovan después de ingerir sangre, y su actividad se paraliza en invierno. En otras palabras, la adaptación a las condiciones del subsuelo ha

conducido al bloqueo de los genes que regulan el reloj biológico para que no se produzca la hibernación en un entorno donde abunda el alimento y no está especialmente afectado por los cambios térmicos estacionales propios de la climatología externa. En paralelo también se han producido alteraciones en los genes que controlan el comportamiento sexual, que ya no precisa de la concentración de un gran número de individuos para favorecer los encuentros de parejas. A pesar de ser morfológicamente indistinguibles, el aislamiento genético entre *C. pipiens* y *C. molestus* es prácticamente total y, por más que se intentó, no se obtuvo descendencia de apareamientos entre ellos, aunque los cruzamientos entre mosquitos de distintas líneas produjeron progenie fértil sin mayores problemas. Calificarlos de especies distintas o de subespecies de la misma es una cuestión de matiz, pero de lo que no cabe duda es que son producto de un fenómeno de especiación incipiente ocurrido a lo largo de unos pocos cientos de generaciones.

A su vez, los cambios inducidos en el tordo o mirlo (*Turdus merula*) por la acción de la selección natural en el medio urbano han resultado igualmente en un inicio de especiación. La primera mención de la ocupación de ciudades por esta especie se debe a un ornitólogo sobrino de Napoleón, el príncipe Charles Lucien Bonaparte, que los identificó en Roma en 1827. A finales del siglo XIX ya se habían establecido en varias urbes centroeuropeas, llegando a Londres hacia 1920 y a localidades escandinavas en los años 1980, aunque hasta ahora no han visitado Moscú ni Marsella. Inicialmente su estancia ciudadana se limitaba únicamente a la estación invernal, pero con los años se convirtieron en residentes permanentes, con el consiguiente bloqueo del sustrato genético determinante de su comportamiento migratorio: orientado hacia el Sur en invierno con posterior vuelta al Norte para la cría estival. También tienen base hereditaria las modificaciones experimentadas por la forma del pico, el alargamiento del período de canto, y el adelanto de la época de cría en algo más de un mes, resultando en un naciente aislamiento reproductivo entre las poblaciones silvestres y las denominadas por Schilthuizen *Turdus urbanicus*.

En el capítulo introductorio de *Darwin viene a la ciudad*, su autor contrapone la celeridad con que ha ocurrido la evolución en hábitats urbanos con el ritmo pausado, imperceptible durante largos periodos de tiempo, tradicionalmente atribuido a la hipótesis darwinista. Sin embargo, calificar de tachas de esta teoría a aquellos sucesos evolutivos conceptuados como rápidos no pasa de ser un recurrente lugar común. El último del que he tenido noticia es el comentario de Helen Briggs publicado en BBC News hace una semana, referente a la aparición, supuestamente súbita, de la fanerogamia en el registro fósil («New light shed on Charles Darwin's "abominable mistery"»). Si bien es cierto que tanto para Darwin como para los actuales neodarwinistas la evolución es generalmente un fenómeno lento y gradual, también lo es que las consideraciones del autor de *El Origen de las Especies* sólo se han

incorporado al repertorio científico actual a título de inventario. Como he señalado al principio de esta reseña, el cambio adaptativo por selección natural puede ser parsimonioso o presuroso, dependiendo de la importancia de los desafíos ambientales y de la magnitud de los efectos de los genes implicados. Más aun, lentitud y rapidez son conceptos relativos, hasta el punto de que un proceso de especiación que durara setenta mil años sería calificado de instantáneo por un paleontólogo o escalonado por un genético de poblaciones.

Hoy, más de la mitad de los seres humanos somos urbanitas y utilizamos en nuestro provecho gran parte del espacio rural circundante. Por referirme únicamente al caso español, la superficie de las ciudades de más de veinte mil habitantes y el área cultivada cubren alrededor de un quinto y un tercio del territorio nacional, respectivamente. En estos ámbitos muy homogéneos es donde están ocurriendo los procesos evolutivos relatados por Schilthuizen, sin que ello compense en modo alguno la creciente y alarmante pérdida global de especies como consecuencia de la destrucción continuada del hábitat natural. Darwin finalizó *El origen de las especies* proclamando que "mientras este planeta ha ido girando de acuerdo con la constante ley de la gravitación [...] han evolucionado y siguen haciéndolo infinidad de formas extraordinariamente bellas y maravillosas". Esta diversidad no va a regenerarse por la acción de la selección natural en las ciudades, cuyos medios homogéneos, muy semejantes, sólo serán ocupados por un puñado de especies colonizadoras muy similares en todas ellas.

Carlos López-Fanjul es catedrático de Genética en la Universidad Complutense de Madrid y profesor del Colegio Libre de Eméritos. Es coautor, con Laureano Castro y Miguel Ángel Toro, de *A la sombra de Darwin. Las aproximaciones evolucionistas al comportamiento humano* (Madrid, Siglo xxi, 2003) y ha coordinado el libro *El alcance del darwinismo. A los 150 años de la publicación de «El Origen de las Especies»* (Madrid, Colegio Libre de Eméritos, 2009).

Autor: Menno Schilthuizen

Edicion: Turner Publicaciones

Paginas: 296 pp.

Precio: 20,80 €

Titulo: La evolución de las especies urbanas