

Cuando los híbridos son fértiles

Los cruzamientos improbables pueden originar nuevas especies de plantas y animales

Carlos Fioravanti

Darwin, además de talento, tuvo suerte. Al arribar al archipiélago de las Galápagos, en el Pacífico, encontró una rica variedad de tortugas y aves viviendo en condiciones ambientales peculiares, tales como el aislamiento geográfico y la dieta, que han influido particularmente en su evolución durante el transcurso de millones de años. Las probables causas del hecho de que existan tantos animales muy similares entre sí —las aves, por ejemplo, con el pico más corto o más largo, dependiendo de su alimento— parecían evidentes. Pero el mundo no es como las Galápagos. Los biólogos actuales, incluso al estudiar espacios ricos en biodiversidad tales como el bosque atlántico, no siempre encuentran historias evolutivas y especies similares con diferencias tan claras entre sí. En compensación, al trabajar con segmentos del ADN conocidos con el nombre de marcadores moleculares, ahora pueden hallar las bases genéticas de la diversificación de las especies. Un mecanismo de formación de nuevas especies que está obteniendo reconocimiento entre los investigadores es la posibilidad de que especies vegetales y animales genéticamente próximas entre sí se crucen naturalmente generando híbridos fértiles.

Anteriormente esta idea era poco aceptable porque, generalmente, las especies diferentes

presentan un número distinto de cromosomas, las estructuras del interior de las células que contienen los genes. Esta diferencia haría inviable el desarrollo del embrión, puesto que cada cromosoma proveniente del macho necesita alinearse con un equivalente proveniente de la hembra en el momento en que la célula fertilizada se divide. Si no ocurre este alineamiento, en la mayor parte de las ocasiones la célula no se reproduce y muere. Pero existen excepciones, que aparentan ser menos raras de lo que se imaginaba. El cruzamiento entre plantas —o animales— de especies próximas puede generar seres que, a pesar de ser híbridos, son fértiles, aunque en la fase inicial de la multiplicación celular algunos cromosomas no encuentren su respectivo par. Si disponen de tiempo y condiciones ambientales favorables, esos híbridos pueden generar especies diferentes de las que les dieron origen.

Actualmente, la palabra híbrido no define solamente a seres estériles tales como la mula, resultante del cruzamiento de un asno y una yegua, sino también a seres fértiles como son las orquídeas del bosque atlántico cultivadas en uno de los viveros del Instituto de Botánica de São Paulo. El híbrido, con 38 cromosomas, resulta del cruzamiento natural entre dos especies silvestres, *Epidendrum fulgens*, con 24 cromosomas, y *Epidendrum puniceolum*, con 52. Externamente, las



Una orquídea híbrida del bosque atlántico



Un híbrido con flor de dos colores: rojo, tal como la *Epidendrum puniceolutes*, y amarillo, tal como la *E. fulgens*



diferencias son sutiles. Las flores de las denominadas plantas parentales son rojas o amarillas. Las de las híbridas pueden ser anaranjadas con puntos rojos.

Pero la genética por sí sola no basta para reconocer a los híbridos fértiles. Ahora se los identifica con relativa facilidad porque, además de comparar el número de cromosomas, los especialistas examinan, inicialmente, los aspectos más visibles de los ámbitos donde conviven los híbridos y las especies que les dieron origen. Luego ponen atención en la historia del paisaje, estudiando los mapas geológicos y de las variaciones climáticas, que indican si los desplazamientos de bloques rocosos, terremotos o variaciones prolongadas en los regímenes de lluvias o temperaturas, acercaron o alejaron las poblaciones de plantas o animales, propiciando o no la formación de nuevas especies.

En el caso de las orquídeas, los híbridos vivían tanto en la restinga, un hábitat típico de la *E. puniceolutes*, como en las dunas, donde se encuentra la *E. fulgens*. “Esta versatilidad sugiere que algunos segmentos del genoma pueden intercambiarse entre esas especies, confiriendo al híbrido una mayor adaptación a diversos hábitat”, dice el botánico Fábio Pinheiro, investigador asociado del Instituto de Botánica de São Paulo. “La hibridación natural, probablemente sea una de las explicaciones de la elevada diversificación del género *Epidendrum*, constituido por alrededor de 1.500 especies.”

Por precaución, durante una presentación en el Kew Botanic Gardens, de

Los híbridos pueden surgir con mayor facilidad en espacios que agrupan poblaciones de especies próximas de plantas y animales

Londres, en mayo de 2009, Pinheiro no mencionó el número de cromosomas de los híbridos, por temor a las reacciones. “Pero los expertos en orquídeas del Kew preguntaron y, al verlo, no lo creían. Dijeron que había algo mal, aunque luego lo aceptaron”, comenta. El concepto predominante es que las especies diferentes no se cruzan naturalmente y que los híbridos que por casualidad se formen, son estériles. El argumento esgrimido es que las células germinativas no lograrían constituir descendientes viables.

Sin embargo, la mayoría de las plantas resulta de hibridaciones naturales o inducidas entre especies cercanas, recuerda Fábio de Barros, coordinador del proyecto en el Instituto de Botánica. La

hibridación inducida es la que hace que aparezcan especies únicas de orquídeas y de vegetales utilizados para la alimentación, tales como el maíz y la caña de azúcar. Normalmente, los híbridos ofrecen alguna ventaja: en el caso de los alimentos, son más resistentes a las enfermedades y más productivos que las especies puras. “Darwin había escrito que los híbridos pueden ser estériles o fértiles, pero no tenía cómo comprobarlo, ya que no había marcadores moleculares para identificar los patrones genéticos de los híbridos fértiles”, dice Barros. “Aparentemente, la hibridación es bastante común y parece contar con un rol en la evolución mucho más importante de lo que imaginamos”.

Los botánicos ya han visto otros casos. Las orquídeas del género *Ophrys*, de la región del Mediterráneo, desarrollan híbridos con alta fertilidad. El cruzamiento entre dos pequeñas plantas con flores amarillas de Europa y de Estados Unidos, *Senecio squalidus* y *Senecio vulgaris*, originó un híbrido que atrae más polinizadores y podría generar mayor cantidad de frutos que las especies que le dieron origen.

ESPACIOS MEZCLADOS

Los animales también producen híbridos fértiles. El genetista de la Universidad Federal de Río Grande do Sul (UFRGS) Thales Freitas observó que dos especies de roedores subterráneos conocidos como tuco-tucos –la *Ctenomys minutus*, con 42 a 50 cromosomas, y la *Ctenomys minutus C. lami*, con 54 a 58 cromosomas– son capaces de cruzarse y en ciertas ocasiones generar crías fértiles. El resultado depende del origen del macho y de la hembra. Si la hembra es de la especie *Ctenomys minutus* y el macho un *C. lami*, la prole puede resultar fértil. La combinación inversa, machos de la *C. minutus* cruzándose con hembras de la *C. lami*, conduce a híbridos estériles. Ranas del bosque atlántico, del género *Phyllomedusa*, pasan por situaciones análogas. En la Universidad Estadual Paulista (Unesp) y en la Universidad de Porto, en Portugal, Tuliana Brunet estudia la formación de especies de *Phyllomedusa*, la identificación genética de los híbridos y los orígenes históricos de las zonas híbridas.

Los lugares más probables en los que los híbridos pueden surgir son los espa-

cios que reúnen poblaciones de especies próximas de plantas y animales que anteriormente vivían separadas. “Estamos descubriendo híbridos con mayor frecuencia en las zonas de transición ecológica, los denominados ecotonos, que combinan dos tipos diferentes de vegetación y propician el encuentro de poblaciones vegetales y animales que antes se hallaban geográficamente distantes”, dice João Alexandrino, de la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp).

Años atrás, cuando se encontraba en la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos, Alexandrino verificó este fenómeno estudiando los híbridos fértiles resultantes del cruzamiento de especies emparentadas de salamandras de los bosques cercanos a los ríos de California. Ahora, junto a Tuliana y Célio Haddad, de la Unesp, verificó que las ranas forman híbridos donde dos formaciones del bosque atlántico, una más húmeda y otra más seca, se combinan en el interior paulista. Los híbridos de orquídeas y de tuco-tucos también se encontraron en espacios ocupados por grupos de especies que debieron convivir probablemente a causa de variaciones climáticas, que unificaron zonas antes aisladas o forzaron la migración de plantas y animales en el transcurso de miles de años.

Como consecuencia de los procesos que condujeron a la separación de las especies, favoreciendo el cruzamiento o hibridación entre especies próximas, sucede que las selvas con elevada biodiversidad como en el caso del bosque atlántico, se convirtieron en “un crisol de nuevas especies en continua transformación”, según la definición de Nuno Ferrand, de la Universidad de Porto. “La riqueza en cuanto a la diversidad biológica no está dada solamente por la cantidad de especies, sino también por procesos que pueden originar las nuevas especies”, dice Clarisse Palma da Silva, del Instituto de Botánica.

El mecanismo más conocido de formación de nuevas especies de animales o plantas consiste en la acumulación de mutaciones genéticas en los descendientes de una misma especie. Actualmente es evidente que nuevas especies pueden resultar también del agrupamiento de poblaciones de especies diferentes que anteriormente vivían separadas. ¿Todo resuelto? Lejos de ello. “Las reglas



Tuco-tuco: híbridos en los arenales del sur

de surgimiento y diferenciación de las especies no son del todo claras, pues la evolución es un proceso continuo, que va por caminos diferentes, durante largos períodos de tiempo”, expresó Craig Moritz, biólogo de la Universidad de California en Berkeley.

LOS EFECTOS DEL AISLAMIENTO

Uno de los principios que subsisten desde la época de Darwin consiste en que el aislamiento favorece la diversidad genética y la diferenciación de especies, en el transcurso de miles o millones de años. Uno de los ejemplos más conocidos son las dos especies de yarára exclusivas de las islas –*Bothrops insularis*, que solamente habita en la isla de Queimada Grande, y la *Bothrops alcatraz*, de la isla de Alcatrazes, a menos de 50 kilómetros de distancia, en el litoral sur paulista— que comenzaron a diferenciarse al aislarse, cada una en su isla, hace alrededor de 18 mil años.

Puede que exista mucho más escondido por ahí. Los trabajos de Ana Carolina Carnaval, bióloga brasileña actualmente en la Universidad de la Ciudad de Nueva York, indican que, en el bosque atlántico, las variaciones en el clima (del seco al húmedo) y de alturas (desde cero hasta 1.600 metros sobre el nivel del mar) a lo largo de una franja litoral de 5 mil kilómetros, favorecen el aislamiento, el surgimiento y el desarrollo de nuevas especies, con una frecuencia mayor que en la Amazonia, cuyas variaciones de

clima y relieve no son tan pronunciadas. Esas áreas aisladas que separan y protegen plantas y animales forman los denominados refugios, tramos de selva que sobrevivieron a intensas variaciones climáticas durante los últimos miles de años y condujeron a la reducción de las selvas cercanas, con la consecuente desaparición de poblaciones zoológicas que allí existían.

Luciano Beheregaray, biólogo brasileño docente de las universidades Flinders y Macquarie, en Australia, verificó que Estados Unidos, el Reino Unido y Francia lideran la creciente producción científica mundial al respecto de esa área, denominada filogeografía, que conjuga análisis genéticos, geográficos, geológicos e históricos. En su estudio, Brasil, incluso siendo el país más rico en biodiversidad, ocupó el 15° puesto entre los 100 países examinados.

“Podemos ir mucho más allá, realizando análisis más completos con nuestros datos, en lugar de quedarnos en las orillas”, alertó Célio Haddad. “Recabamos datos, pero son los especialistas de otros países quienes los analizan. Deberíamos ser líderes en el área, no andar a remolque.” ■

Artículo científico

PINHEIRO, F. *et al.* Hybridization and introgression across different ploidy levels in the Neotropical orchids *Epidendrum fulgens* and *E. puniceoluteum*. **Molecular Ecology**. v. 19, n. 18. p. 3981-94. 2010.