

¿Por qué los
MACHOS
y las
HEMBRAS
somos tan
diferentes?



QUÉ ES LA SELECCIÓN SEXUAL Y QUÉ
NOS ENSEÑA SOBRE LA EVOLUCIÓN

El objetivo de este artículo es analizar cómo la idea de selección natural nos permite comprender la razón evolutiva de las típicas (y de las no tan típicas también, ver **recuadro**) diferencias entre machos y hembras, es decir, el llamado *dimorfismo sexual*. Para ello recurriremos al concepto de “selección sexual”. Este análisis tiene, además, un beneficio extra. Es probable que el lector o la lectora haya leído u oído más de una vez expresiones tales como “la supervivencia del más fuerte (o del más apto)” y la “lucha por la vida” como presuntas síntesis de la teoría darwiniana. Pues bien, una yapa de comprender qué es la selección sexual es que entenderemos por qué dichas expresiones, a pesar de haberse convertido en lugares comunes en la cultura popular, son malas síntesis de la idea evolución por selección natural. Pero dejaremos esa moraleja para el final de artículo. Cuando pensamos en por qué un ser vivo tiene cierto rasgo tendemos a suponer que el rasgo en cuestión “le sirve para algo” a su poseedor o, dicho con otras palabras, que “debe tener alguna función”. Este supuesto es razonable ya que la selección natural es, probablemente, el principal mecanismo evolutivo¹ y da como resultado rasgos “adaptativos”, es decir, que mejoran el funcionamiento del organismo en su ambiente. Ahora bien, si nos preguntamos para qué se supone que servirían esos rasgos la respuesta que nos viene inmediatamente a la mente es “para sobrevivir”. Se nos podrían ocurrir respuestas más específicas tales como “para conseguir comida” o “para escapar de los depredadores”, pero es evidente que estas otras respuestas son tributarias de aquella centrada en la supervivencia. Así, si preguntamos “¿y para qué sirve evitar a los depredadores?” la respuesta obvia es “para sobrevivir”.

Muchas veces (la mayoría, tal vez) asumir que el rasgo en cuestión sirve a la supervivencia es correcto. Pero, sin embargo, si observamos con atención ciertas características de algunas especies –incluso, como veremos enseguida, algunas bien conocidas por todos– nuestra intuición de que todos o la mayoría de los rasgos sirven a la supervivencia comenzará a tambalear. Pensemos, por ejemplo, en el brillante y metálico color verde del plumaje del picaflor común macho. Pensemos luego en los múltiples factores que normalmente amenazan la supervivencia del picaflor: los patógenos (virus, bacterias, etc.), la falta de alimentos, los depredadores y demás desgracias (desde la perspectiva del colibrí al menos) del mundo natural ¿Frente a cuál de estos problemas sería ventajoso el color verde con su notable brillo metálico? Aunque siempre podemos concebir algún cuento más o menos verosímil (el brillo del plumaje podría enceguecer a sus depredadores...) es bastante evidente que si de seguir vivo se trata ese plumaje no parece una buena idea sino más bien todo lo contrario (muy probablemente lo haga más visible para sus depredadores). Es probable que la lectora o el lector conozca casos semejantes, y más notables aún, como la legendaria cola del pavo real macho, y es probable también que sospeche cuál es la respuesta a este misterio: esos colores brillantes no sirven para sobrevivir sino para atraer a las hembras. Del mismo modo, podríamos creer que las grandes astas de los ciervos existen

1. Es importante recordar, sin embargo, que la selección no es el único mecanismo evolutivo y que aquellos rasgos que sean consecuencia de mecanismos diferentes (el principal es la evolución puramente azarosa, conocida como “deriva genética”) no serán adaptativos por lo que, en lenguaje coloquial, la respuesta a la pregunta “¿para qué sirven?” podría ser “para nada”.

debido a su utilidad para la supervivencia. Podríamos pensar, por ejemplo, que son excelentes armas para defenderse de los depredadores. Sin embargo, algunas observaciones nos convencerán sin lugar a dudas de que no es ese el caso: solo los machos presentan astas (aunque las hembras tienen los mismos depredadores) y las pierden al término de la época de celo (aunque tienen depredadores durante todo el año). Como también sospechará el lector, la utilidad de esas astas no está relacionada con la supervivencia sino con las peleas entre machos por el acceso a las hembras.

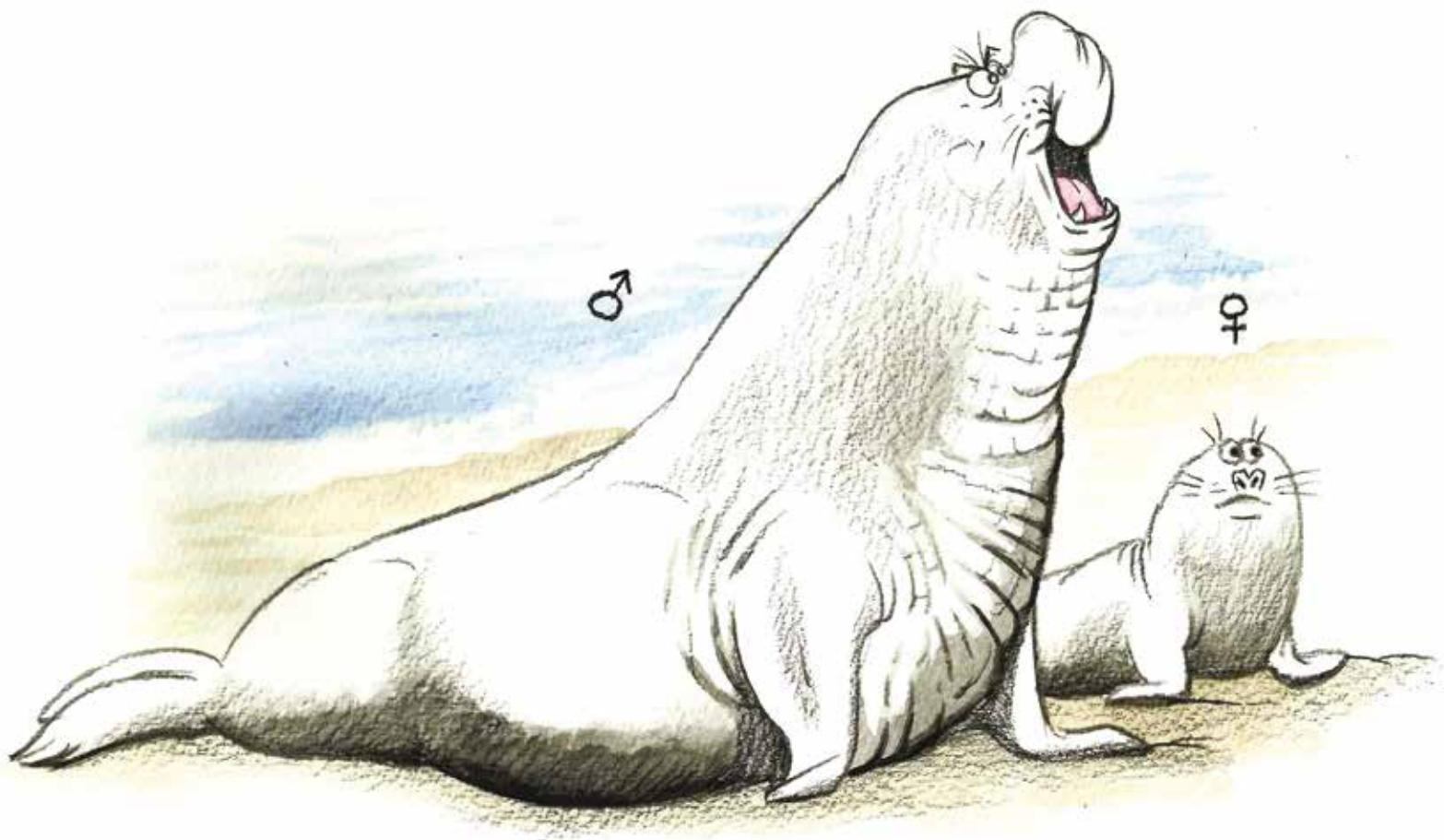
En síntesis, la evolución de estos extraños rasgos que no sirven a la supervivencia está relacionada con las complicaciones de la reproducción sexual, por lo que para comprenderla deberemos adentrarnos en los misterios del sexo.

¿Qué es la reproducción sexual? ¿Qué es un macho y qué una hembra?

¿Qué es el sexo? La definición biológica de sexo no supone necesariamente todos esos asuntos divertidos a los que la palabra nos remite inmediatamente: en biología decimos que hay sexualidad siempre que la progenie sea genéticamente diversa. Lo típico es que los individuos producto de la reproducción sexual sean genéticamente únicos. Esto es consecuencia de dos hechos: (1) el “entrecruzamiento genético” que tienen lugar durante el proceso de formación (meiosis) de las gametas o células sexuales (óvulos y espermatozoides) que genera nuevas combinaciones de genes y (2) el nuevo individuo contiene el aporte genético de dos progenitores debido a que la primera célula (la cigota) de la que deriva surge de la fusión (fecundación) del óvulo y el espermatozoide. Por el contrario, en la reproducción asexual (modo principal de reproducción de los organismos unicelulares y modo alternativo de reproducción de muchos animales y plantas) todos los descendientes son genéticamente idénticos entre sí y con respecto al progenitor (todos forman un clon).

¿Qué diferencia a los dos sexos? En el contexto de este análisis podemos definir a un macho como un individuo especializado en producir muchas células sexuales pequeñas y móviles (espermatozoides), mientras que una hembra es un individuo especializado en producir pocas células sexuales grandes e inmóviles (óvulos)². Como veremos, muchas otras diferencias (como el mayor tamaño de los machos) son consecuencia de esta diferencia fundamental en relación con las gametas que producen unos y otras.

2. Estas breves definiciones básicas sobre sexualidad sugieren algunas preguntas interesantes y complejas, a tal punto que la biología actual no tiene respuestas del todo convincentes. Las dos grandes preguntas son: ¿por qué existe el sexo? (¿cuáles son sus ventajas en comparación con la asexualidad) y ¿por qué hay solo dos sexos? No tenemos espacio aquí para esbozar siquiera las hipótesis propuestas en relación con estos problemas (podremos abordarlas en futuros artículos de la revista Azara), pero cumplimos al menos con dejar planteadas las preguntas, lo que no es poca cosa.



Pareja de elefantes marinos del sur (*Mirounga leonina*).
Los machos son mucho más grandes y agresivos que las hembras como consecuencia de la selección intrasexual.
Ilustración: Leonardo González Galli.

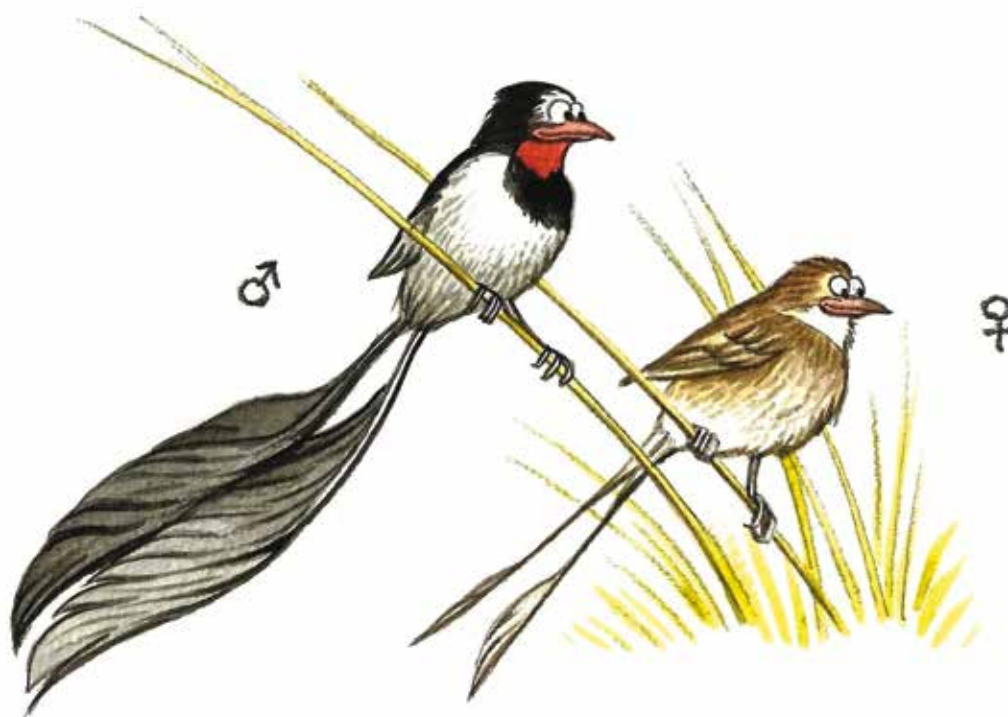
Ellas invierten más que ellos... y ahí empiezan las diferencias

Cada vez que se produce un nuevo individuo es la hembra la que invierte más en ese descendiente. Basta comparar la diferencia de tamaño entre el óvulo y el espermatozoide para tomar conciencia de esta “asimetría de inversión parental”. Esta diferencia puede acentuarse, atenuarse e incluso invertirse según las especies, pero lo más frecuente es que sea la hembra la que más invierte en cada descendiente. Por otro lado, en las poblaciones naturales lo más común es que haya aproximadamente la misma cantidad de machos que de hembras. Estos dos hechos tienen una consecuencia de gran trascendencia: en general, la competencia entre los

machos por acceder a las hembras fértiles será más intensa que la competencia entre las hembras (si es que existe) por acceder a los machos. Para comprender por qué esto es así conviene recurrir a una analogía económica: si tenemos dos clases de inversores (machos y hembras que invierten energía) que están obligados a asociarse para fabricar un producto (descendientes) y unos, los de tipo 1, (los machos) invierten mucho menos en cada producto que los otros, los de tipo 2, (las hembras): ¿Los inversores de qué tipo competirán más intensamente entre sí por asociarse con los del otro tipo? Dado que el que invierte más (tipo 2, análogo a las hembras) es el que limita la producción del producto, serán los que invierten menos (tipo 1, análogo a los machos) quienes competirán entre sí más intensamente por asociarse con los que más invierten.

En síntesis, como consecuencia de la “asimetría de inversión parental”, los machos competirán más intensamente por las hembras que al revés. Ahora bien, dada esta diferencia, cabe preguntarse qué estrategias podría adoptar un macho y cuáles una hembra en relación con el apareamiento, de modo

Pareja de yetapá de collar (*Alecturus risora*), un ave de los pastizales húmedos del noreste de la Argentina. El macho tiene una cola más grande y es más colorido que la hembra como consecuencia de la selección intersexual. Ilustración: Leonardo González Galli.



de maximizar su éxito reproductivo. Lo que veremos a continuación es que estas posibles estrategias serán muy diferentes para machos que para hembras. Cuando la selección favorece un rasgo que no sirve a la supervivencia pero que incrementa el éxito reproductivo por su influencia en relación con el apareamiento hablamos de *selección sexual*. A continuación exploraremos entonces de qué modo la *selección sexual* ha hecho que, a lo largo de la evolución, los machos y las hembras se diferenciaron en su aspecto y conducta.

Estrategias de apareamiento: la perspectiva del macho

Preguntémosnos ahora qué puede hacer un macho típico para incrementar su éxito reproductivo. En general, la respuesta corta es “incrementar el número de apareamientos”. Efectivamente, con cuántas más hembras logre aparearse un macho más crías producirá. Así la selección natural favorecerá cualquier rasgo masculino que suponga conseguir más apareamientos. Y las dos clases principales de rasgos que tienen ese efecto son (1) el gran tamaño, fuerza, “armas” (cuernos, colmillos, etc.) y agresividad que permiten ganar en la competencia directa con otros machos o (2) rasgos vistosos que son atractivos para las hembras. En los casos en que se seleccionan características (como las astas de los ciervos) que permiten al macho ganar las peleas con otros

machos se habla de *selección intrasexual*, porque esos casos de selección se deben a las interacciones entre individuos *dentro* de un mismo sexo (machos). El gran tamaño y agresividad del elefante marino macho es otro ejemplo (*figura 1*). Mientras que cuando se selecciona un rasgo (como un plumaje vistoso, ver *figura 2*) porque hace que el macho sea más elegido por las hembras, se habla de *selección intersexual*, porque está determinada por interacciones *entre* miembros de ambos sexos.

Estrategias de apareamiento: la perspectiva de la hembra

Preguntémosnos ahora qué puede hacer una hembra típica para incrementar su éxito reproductivo. En general, la respuesta corta es “aparearse con buenos machos”. Pero ¿por qué no vale la misma respuesta que para los machos (aparearse más)? La cuestión es que una hembra típica invierte tanto en cada hijo que tras uno o unos pocos apareamientos su capacidad fisiológica para producir crías llegará a su máximo, tras lo cual nuevos apareamientos no se traducirán en más descendientes. En algunas especies, como el elefante marino (*figura 1*), los machos monopolizan mediante la violencia grandes harenes de hembras. En estos casos, las hembras no tienen muchas oportunidades para elegir con qué macho aparearse (predomina la *selección*



Jacana (*Jacana jacana*) macho cuidando sus pichones.
La jacana es un ave muy común en nuestras lagunas y presenta "roles sexuales invertidos".
Foto: Diego Carús.

La naturaleza es diversa: hembras más grandes, vistosas y agresivas

Nuestra explicación de por qué muchas veces los machos son más grandes, vistosos y agresivos se basó en que, en general, son las hembras las que más invierten en cada cría producida. Si nuestra explicación está bien encaminada, entonces, si encontráramos casos en los que fueran los machos quienes más invierten deberíamos observar que las típicas diferencias entre machos y hembra fueran exactamente las contrarias. Esto se debe a que si los machos son los que más invierten, entonces serán ellos quienes limitarán la producción de hijos, por lo que las hembras deberán competir más intensamente entre sí por los machos que al revés. Así, la selección favorecerá hembras grandes y agresivas (porque esos rasgos les permitirán ganar las peleas por los machos) y/o hembras muy vistosas (porque esos rasgos, indicadores de "calidad biológica", atraerán más a los machos). Del mismo modo, la selección favorecerá machos selectivos que prefieran aparearse con hembras de buena calidad biológica. Pero ¿existen casos como estos? La respuesta es afirmativa y constituye una interesante evidencia a favor de nuestra explicación. Por ejemplo, en algunos "peces aguja" o "peces pipa", parientes del famoso "caballito de mar", la hembra produce los huevos y se los transfiere al macho, quien los aloja en un pliegue ventral y los transporta, oxigena y nutre durante muchos días. Como la "incubación masculina" lleva más tiempo que la producción de huevos por parte de las hembras son los machos los que limitan la producción de crías. Como consecuencia, las hembras deben competir por los pocos machos libres para recibir huevos. Así, la selección produjo hembras más vistosas, grandes y agresivas. En estos casos se habla de *roles sexuales invertidos*. Se conocen otros muchos casos semejantes, incluyendo un ave muy común en nuestras lagunas: la jacana (ver figura 3). En este caso, son los machos los encargados de la incubación de los huevos y de la posterior alimentación y cuidado de las crías. Cada hembra tiene varios nidos, cada uno con su macho a cargo y las hembras suelen pelearse violentamente entre sí para acaparar a los machos incubadores. Como vemos a partir de estos casos, la naturaleza es diversa. Así, decir que los machos *siempre* son más grandes, vistosos y agresivos es una sobresimplificación. En realidad, los individuos del sexo que menos invierte tienden a ser más grandes, vistosos y agresivos pero, según la especie, esos individuos serán los machos o las hembras.

intrasexual). Pero en las especies en las que sí pueden ser selectivas (*selección intersexual*) lo son. Esto plantea otra pregunta interesante: ¿qué criterios utilizan las hembras para elegir a su pareja? o, simplemente, ¿qué es un “buen macho”?

Básicamente, hay dos grandes respuestas según la biología de cada especie. En todos los casos, la hembra vería incrementado su éxito reproductivo al ser fecundada por un macho de buena “calidad biológica”. Qué significa “buena calidad biológica” depende de cada especie pero, en cualquier caso se refiere a características ventajosas que sean heredables. Por ejemplo, en general, para una hembra será ventajoso aparearse con un macho saludable porque es probable que esa condición se deba, al menos parcialmente, a una particular constitución genética que induce el desarrollo de un buen sistema inmunológico. Esos “buenos genes” serán heredados por la descendencia en la que la hembra tanta energía invertirá. Así, la hembra que se aparee preferencialmente con machos saludables invertirá en crías con una mayor probabilidad de supervivencia gracias a la buena herencia genética paterna: su inversión rendirá buenos frutos reproductivos. Este factor, vale para cualquier especie. Por otro lado, en aquellas especies en las que el macho aporta algo más que sus espermatozoides, por ejemplo colaborando con la hembra en la construcción del nido o en la protección y alimentación de las crías, sería esperable que las hembras evaluaran la calidad de los “candidatos” como proveedores de estos beneficios materiales; y así lo hacen. Esto explica los rituales de cortejo en los que los machos llevan alimento o material de construcción del nido como regalo nupcial. En síntesis, las hembras al elegir con qué macho aparearse prefieren “buenos machos”, lo que siempre significa de buena “calidad genética” y, en algunos casos, además, que sean buenos proveedores de bienes materiales.

Pero ¿por qué en muchas especies (como el famoso caso del pavo real) los machos tienen rasgos tan vistosos y exagerados? La respuesta es “porque las hembras prefieren aparearse con los machos que exhiben las versiones más exageradas de esos rasgos”. Esto es cierto y plantea otra pregunta: ¿por qué las hembras prefieren aparearse con esos machos? Aunque el asunto es complejo, una parte principal de la respuesta –en coherencia con lo que explicamos en el párrafo precedente– es que esos rasgos suelen ser indicadores de buena calidad genética. Esto se debe a que solo un macho en buen estado de salud (es bueno para conseguir comida, para evitar depredadores y patógenos, etc.) puede desarrollar y mantener esos rasgos que son en sí mismos costosos (el pavo real macho debe invertir mucha energía en mantener esa cola) y que no contribuyen a su supervivencia. Así, si un macho es capaz de exhibir ese “lastre” es porque es biológicamente muy bueno y esa calidad se deberá en parte de sus genes, genes que heredará a esas crías en las cuales la hembra invertirá mucha energía.

A modo de síntesis: “Dejar más o menos descendientes: ¡es esa la cuestión!”

La moraleja principal de todos estos análisis es que la selección natural favorece cualquier rasgo que incremente el éxito reproductivo de su poseedor. Muchas veces (por ejemplo en los casos de crípsis o mimetismo), eso se logra incrementando las probabilidades de supervivencia del individuo pero, como en el caso de los machos con rasgos muy exagerados, el medio para incrementar el éxito reproductivo puede implicar una merma en la supervivencia. Es decir, el macho de pavo real tiene menos probabilidades de sobrevivir al desarrollar una cola tan exagerada: toda la energía invertida en la cola podría usarla para desarrollar un mejor sistema inmunológico, por ejemplo, y es probable que esa cola empeore su capacidad de vuelo, haciéndolo más vulnerable frente a sus depredadores. Pero, al mismo tiempo, esa cola hace que sea más elegido por las hembras para aparearse. En el balance, el número de crías extra producido gracias a la atracción debida a la cola supera el número de crías producidas de menos como consecuencia de la merma en la supervivencia. Como esa cola exagerada se debe a ciertos genes que pasan a la descendencia, en cada generación aumenta la proporción de individuos que portan los genes en cuestión y que desarrollan colas exageradas. En síntesis, la importancia del éxito en el apareamiento lleva a la evolución de rasgos que no contribuyen a la supervivencia (al menos mientras en efecto negativo sobre la supervivencia no supere al efecto positivo sobre el éxito en el apareamiento). Algunos autores usan la expresión “selección natural” para referirse a la evolución de rasgos que sirven a la supervivencia y “selección sexual” para aquellos casos en que el rasgo seleccionado sirve al apareamiento (pero no a la supervivencia). Sin embargo, el proceso es uno solo ya que ningún rasgo que ayude a la supervivencia se seleccionaría si esa supervivencia incrementada no se tradujera en más descendientes.

Por eso, es mejor entender la evolución por selección natural como un juego en el que lo que realmente importa no es la supervivencia *per se* sino el éxito reproductivo. Ahora podemos comprender por qué las expresiones como “la supervivencia del más apto” o “la lucha por la vida” no son buenas síntesis de esta teoría; no lo son porque ponen el énfasis en la supervivencia *per se* en vez de en el éxito reproductivo. Una mejor síntesis sería: “dejar más o menos descendientes, esa es la cuestión”. ■■■

Leonardo González Galli

Instituto de Investigaciones CEFIEC
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
Escuela Argentina de Naturalistas
Aves Argentinas

Glosario

ADN. Ácido desoxirribonucleico. Es una gran molécula compuesta por moléculas pequeñas diferentes ubicadas de forma tal que codifican las instrucciones que determinan todas las características y funciones de un organismo.

Gen. Es un fragmento del ácido desoxirribonucleico (ADN) que da como resultado un producto necesario para el organismo. Es la unidad molecular de la herencia.

Alelos. Son cada una de las formas alternativas (variantes) que presenta un gen. La mayoría de los animales, poseen dos alternativas de cada gen, uno que procederá del padre y el otro que procederá de la madre.

Cromosomas. Son las estructuras que se forman cuando el ADN (que contiene cientos a miles de genes) se enrolla en sí mismo, como un ovillo.

Entrecruzamiento genético. Es el proceso por el cual dos cromosomas intercambian secciones de su ADN. El resultado de este proceso es un intercambio de genes, llamado recombinación genética.

Meiosis. Es un complejo proceso de división celular estrechamente relacionado con la reproducción sexual. Da como resultado la formación de gametos (espermatozoides y óvulos).

Deriva genética. Es uno de los mecanismos básicos de la evolución, junto con la selección natural, la mutación y la migración, que cambia las frecuencias alélicas de las especies en el tiempo. Se trata de un cambio aleatorio (al azar) en la aparición de alelos de una generación a otra. Normalmente se da una pérdida de los alelos menos frecuentes y una fijación de los más frecuentes, resultando una disminución en la diversidad genética de la población.

Sobre los protagonistas

- Aves - Apodiformes - Trochilidae - *Chlorostibon ureoventris* (picaflor común).
- Aves - Galliformes - Phasianidae - *Pavo cristatus* (pavo real).
- Aves - Charadriiformes - Jacanidae - *Jacana jacana* (jacana).
- Mammalia - Carnivora - Phocidae - *Mirounga leonina* (elefante marino del sur).
- Actinopterygii - Syngnathiformes - Syngnathidae (“caballitos de mar” y “peces aguja” o “peces pipa”).
- Mammalia - Artiodactyla - Cervidae (ciervos).

Lecturas sugeridas

Carranza, J. (Ed.). 2016. Etología adaptativa. El comportamiento como producto de la selección natural. Córdoba: Editorial Universidad de Córdoba; Cáceres: Universidad de Extremadura.

Freeman, S. y Herron, J. 2002. Análisis evolutivo. Madrid: Prentice Hall.

Agradecimiento

A Diego Carús por aportar generosamente la fotografía de la jacana.

