

f239



VII. INTERACCIONES

La posibilidad de capturar en fotografías las interacciones entre organismos e interpretar su significado conductual y ecológico satisface la máxima aspiración del observador deseoso de entender la naturaleza. En una interacción biológica, las partes actúan modelándose entre sí; cada una cincela el camino evolutivo de otra, que agudiza sus sentidos y sus defensas para servirse o defenderse mejor de la primera que, a su vez, avanza también en una ininterrumpida «carrera de sobrevivencia». Cuando descubrimos una interacción biológica y ponemos nuestra atención sobre ella, vemos en las formas de la naturaleza la mano y la herramienta que la talla **foto 239**. Este enfoque es el que mejor nos lleva a comprender las delicadas relaciones que gobiernan al ecosistema e invitan al hombre a incorporarse como otro interactivo, el de mayor responsabilidad, al ser él quien, además de observar y disfrutar, comprende estos acontecimientos. Para entender mejor estas interacciones, es aquí apropiada una breve exposición sobre la teoría de la evolución de los organismos.

INTERACCIONES Y LA EVOLUCIÓN DE LOS ORGANISMOS

Al detallar las formas y los colores de una flor, nos sorprende su belleza. Y si pensamos en su fina arquitectura, tan adaptada a la vida y a su función de atraer insectos y «obligarlos» a recoger su polen, para ser llevado a otras flores y, así, consumir la trascendente fecundación cruzada, nos asombra la inteligencia de todo el sistema. Cuando observamos un mantis mientras acecha a su presa y «calcula» el ángulo y distancia de disparo, o a un ave poniendo a prueba la «calidad» de su pretendiente, para aceptarlo o no como pareja, o a un insecto vistiendo y comportándose de forma de pasar desapercibido a su potencial depredador o presa, nos preguntamos cuál es el origen de tan ingeniosos y complejos mecanismos. Si consideramos la cantidad de decisiones por segundo que deben darse en el cerebritito de una mariposa para volar sin chocar entre las ramas y aterrizar limpiamente en una flor o en un tallo, o para cortejar a una pareja sin destrozarse las alas al redirigir su vuelo repetidas veces entre el follaje, se nos impone un sentimiento de admiración por la complejidad, precisión y adecuación de las manifestaciones biológicas. ¿Cómo surgen tantos y tan sofisticados mecanismos? ¿Cuál es su origen? La ciencia moderna rechaza las concepciones que suponen la acción de un ser supremo, con inteligencia y habilidades superiores, que crea y sostiene el funcionamiento de estos seres. En cambio, propone la teoría de la evolución, basada en variaciones azarosas de las características de los

organismos, y la operación de la selección natural, que es la acción del ambiente, que limita el número de individuos de las nuevas camadas al eliminar a los menos aptos. Los sobrevivientes portan los genes responsables de su superioridad y los transmiten a su descendencia. Siendo una teoría sencilla, parece explicar extensamente la existencia de la diversidad y maravilla de los organismos, sin apelar a una conciencia y una fuerza superiores. Veamos un breve resumen de esta teoría.

Una de las características que definen la vida es la capacidad de los organismos para reproducirse, dando lugar a nuevos individuos parecidos a ambos o a alguno de los padres. Parecidos, pero no idénticos. Las variaciones, que son pequeñas y azarosas mutaciones, son de suma importancia, porque algunas de esas variantes van a ser más adecuadas para sobrevivir y para reproducirse y se van a sumar en las nuevas generaciones de individuos cada vez más exitosos. La supervivencia de un individuo depende de su capacidad para obtener recursos alimenticios suficientes y para evitar depredadores, parásitos y enfermedades. Pero, dado que el número de hijos suele ser mayor que el número de padres y que los recursos son limitados, se produce competencia con sus congéneres y con otros organismos que utilizan las mismas fuentes de alimento, circunstancia en la que sólo los más aptos obtienen suficientes recursos para sobrevivir y reproducirse. De esta forma, el ambiente, es decir las condiciones climáticas, alimentos, enemigos, congéneres y otros competidores van seleccionando y, así, modelando ese flujo de vida que se reedita generación tras generación, agregando las novedades que hacen esa superación permanente que es la evolución.

Surge una sorprendente paradoja: a medida que evolucionan, los animales se comportan como si fueran inteligentes, sin serlo. Cuando una araña teje su tela, cuando una mariposa mueve sus pseudoantenas desviando un eventual ataque del depredador, o muestra aterradores pseudoojos dibujados en su segundo par de alas cuando este se acerca, no hay un razonamiento inteligente de tipo «si hago esto, obtengo aquello». Salvo el ser humano y tal vez otros vertebrados superiores, como monos y aves, pueden hacer razonamientos. Los insectos, arañas y demás invertebrados actúan automáticamente. Durante su desarrollo, se construyen estructuras y mecanismos neuronales, «cableados» de tal manera que determinan respuestas específicas ante determinados estímulos. Siempre igual: estímulo A, respuesta 1. Estímulo B, respuesta 2.

En conclusión, cuando hablamos de estrategia evolutiva, no indicamos que haya una inteligencia o una intención de lograr un propósito determinado. Simplemente, organismos que reaccionaron de cierta manera eludieron al depredador y consiguieron más oportunidades reproductivas, con lo que sobrevivieron y se multiplicaron con mayor éxito que sus congéneres, propagando en la población los genes y las características responsables de esas conductas.

Esto no significa que los organismos no puedan aprender. Por ejemplo, las abejas y otros insectos aprenden cuáles flores están dando dividendos y dónde se encuentran. Las mariposas aprenden, por prueba y error, cuáles son las flores que tienen néctar en cada momento y cuáles deben ser los movimientos adecuados de sus largas trompas para extraer el néctar de las profundidades de las flores que visitan.

Pero volvamos al tema de la evolución: son muy interesantes los casos en que dos especies interactúan por largos períodos de tiempo y entre ellas se establecen adaptaciones recíprocas, dado que cada una representa para la otra un aspecto importante de su ambiente y, por lo tanto, resulta ser una herramienta de la selección natural. Las interacciones entre especies o intraespecies pueden ser colaborativas, como en los casos de simbiosis como la polinización, o de intereses conflictivos como es el caso de la relación depredador presa. Veremos a continuación fotos que ilustran varios casos de interacciones de ambos tipos.

INTERACCIONES INTER E INTRAESPECÍFICAS

Clasificamos las interacciones en dos grupos: las interespecíficas, que involucran especies distintas, y las intraespecíficas, que son las que involucran dos o más organismos de la misma especie.

Interacciones interespecíficas

DEPREDADORES Y PRESAS

Los depredadores y sus presas representan el guión más dramático de la naturaleza. Cada mutación o variación, que mejora la habilidad de la presa para huir o esconderse, la hace más difícil de atrapar y sólo los depredadores, que cuentan con el arsenal adecuado, comen y se reproducen y las nuevas destrezas se difunden en las futuras generaciones. Recíprocamente, cada mejora adquirida por el depredador en su habilidad perceptual, estrategia de caza, o velocidad constituye una presión adicional sobre las presas y sólo sobreviven las que tienen las aptitudes necesarias para compensar los avances del depredador.

FORMAS DE OCULTACIÓN

En este capítulo vamos a ver algunos aspectos de la forma y la conducta relacionados con la ocultación. Tanto las presas que deben eludir a los depredadores, como los depredadores que acechan a sus presas se benefician de no ser vistos. Una forma de pasar desapercibido a los ojos del depredador es alinearse con el depredador, ofreciendo la mínima superficie a su vista **fotos 240 y 241**, esconderse debajo o detrás de una hoja o rama **foto 242** o usar estructuras construidas como tiendas de tela tejida (ver en este capítulo el apartado Viviendo en una hoja) **fotos 318-321**. Como las mariposas tienden a posarse, ofreciendo la menor superficie en dirección de un posible depredador –como en cierto modo lo es el fotógrafo–, para fotografiarlas suele ser necesario girar 90 grados alrededor de ellas, muy lentamente, hasta alcanzar una vista

f240



f241



f243



f244





f248



f249

lateral. Pero la más elemental forma de ocultación y que está asociada a todas las demás es la inmovilidad. Podríamos decir que es «la conducta de la no conducta». Los ojos de los insectos y de muchos vertebrados, como las ranas y reptiles, no ven objetos fijos. Si nada se mueve en su entorno, los receptores se adaptan al panorama y este se vuelve gris e indiferenciado. Ante el movimiento de la presa, se excitan los receptores del depredador; en fracciones de segundo, este la localiza, puede medir la distancia que los separa y disparar un rápido ataque. Otro factor que pone en evidencia a un objeto en movimiento es que al hacerlo va cubriendo por delante y descubriendo por detrás detalles del fondo. Ejemplos de inmovilidad protectora son muy abundantes y representan una gran ventaja para los fotógrafos, quienes sí ven objetos fijos. De hecho, casi todas las fotos de este libro son de animales estáticos. Sólo los avanzados ojos de los mamíferos y de las aves han desarrollado un temblor de alta frecuencia –diez vibraciones, de aproximadamente un grado por segundo– que les permiten ver objetos aunque estén inmóviles.

MIMETISMO Y CAMUFLAJE

Otra manera en que la presa se oculta es confundiendo con el entorno, mostrando formas y colores que la hacen difícilmente distinguible –camuflaje o cripticidad–. Cuando la forma del cuerpo simula la de otro organismo o parte de él, como una ramita **fotos 243 y 244**, una espina **foto 245**, o una hoja seca **fotos 246-248**, se considera mimetismo. También los depredadores se benefician de modalidades de mimetismo para pasar desapercibidos por sus presas **foto 249**. Pero no siempre los individuos aciertan a posarse en el sustrato más adecuado para confundirse con él y, entonces, podemos distinguirlos fácilmente y entender cuál es su estrategia, como apreciamos en las **fotos 246-248, 250 y 251**. Vemos esto en el caso de un mántido **foto 251** que claramente imita una hoja seca pero, impulsado por la curiosidad o el hambre, en vez de quedarse sobre un fondo de hojas secas, curioseas en la boca de una flor a donde muy probablemente se acerque alguna apetitosa mosca. En cambio, en las **fotos 244, 252-257**, el ajuste con el fondo es obviamente adecuado. Las **fotos 253-255** ilustran el caso de una lagartija –*Norops*– que es capaz de cambiar su color o adquirir una coloración disruptiva adecuada para ajustarse al fondo: gris, si es sobre una roca de ese color, y marrón con manchas negras, si es sobre un tronco de árbol. Nótese también que la mariposa de las **fotos 250 y 252** parece mostrar una cabeza destacada en el sitio opuesto a donde se encuentra la verdadera cabeza (se reconoce por las pequeñas antenas plumadas). Más adelante, hablaremos del significado de simular una falsa cabeza, en los casos que muestran ocelos o falsas antenas.

ESTRUCTURAS PROTECTORAS

Las presas emplean otra estrategia de defensa contra los depredadores, que consiste en fabricar estructuras resistentes y vivir permanentemente en ellas, como en el caso de ciertas orugas **fotos 258 y 259**. Ellas recorren las plantas en busca de hojas alimenticias, permaneciendo dentro de una cesta construida por ellas con ramitas y

seda. A medida que crecen, van cortando y agregando nuevos trozos de ramitas que arman fuertemente con seda, conformando una estructura que las protege de las mandíbulas o picos de los depredadores. Muchas orugas presentan largos pelos o espinas **fotos 260 y 261** que pueden ser urticantes o bien, sin serlo, forman una barrera que evita que las avispas parásitas pongan sus huevos debajo de su piel, como en el caso de la **foto 262**.

COLORACIÓN DISRUPTIVA

Confundir al depredador presentando coloraciones que dibujan patrones que rompen completamente el contorno o la forma del animal es otra de las estrategias defensivas y se llama coloración disruptiva. Son patrones de colores variados que impiden que los analizadores cerebrales de quien los observa separen la forma de la presa o depredador, del fondo **fotos 263-269**. El cerebro tiende a establecer continuidades; une las formas disruptivas del objeto con líneas del suelo, hojas y ramitas, con lo que no reconoce la forma del animal.

El caso de la **foto 270**, correspondiente a la sorprendente mariposa popularmente llamada «89», nos permite hacer la siguiente especulación, no demostrada experimentalmente: se trata de recursos «distractores» que explotan la forma en que los analizadores cerebrales del depredador detectan patrones y los hacen entrar en circuitos sin respuesta, que retardan el tiempo de reacción del depredador y le dan a la mariposa oportunidad para escapar. Es probable que esto esté relacionado con el origen filogenético de nuestro sentido de la belleza artística.

La lagartija de la **foto 271** (*Gonatodes*) no es estrictamente un caso de coloración disruptiva, pero es un ejemplo interesante de engaño al sistema perceptual del depredador. Normalmente, cuando una presa se mueve velozmente, el ojo del depredador se «ancla» en alguna discontinuidad de la forma o del colorido, permitiendo que su sistema de seguimiento sea «arrastrado» por la presa, ayudando a su seguimiento visual. Al moverse velozmente esta lagartija, la larga franja blanca que se destaca en su lomo atrae primariamente la vista del depredador pero, al no ofrecer borde de comienzo o fin, impide dicho anclaje, con lo que la persecución se frustra.

OCELOS Y PSEUDOANTENAS

La exhibición de ojos falsos u ocelos **fotos 272-277** aparece en algunas especies de mariposas, así como en peces y aves, y en casi todos los órdenes del reino animal. Una función posible es la de alejar al depredador, simulando la cabeza de un depredador mayor. También, por el hecho de que, con gran frecuencia, estos pseudoojos se encuentran en la cola o en partes posteriores del animal, se ha interpretado que su función es dirigir el ataque del depredador a partes del cuerpo menos frágiles que la cabeza.

Varias especies de la familia *Lycaenidae* presentan, junto a los ocelos caudales, uno o dos pares de antenas que complementan asombrosamente una falsa cabeza





f253



f254



f255





f256



f257



f258



f260



f259



f261



f262



f263

f266



f264



f267



f265



f268

f269



f270



f271

f272



f273



f274



f275



f276

f277



f278



f279



f280

f281



f282



f283



f284

f285



f287



f286



f288



f290



f291



f292



en posición opuesta a la verdadera **fotos 278-281**. En apoyo a la hipótesis de la cabeza caudal para confundir al depredador, se puede observar que estas pseudoantenas se mueven de arriba hacia abajo cuando un elemento perturbador se acerca a la mariposa, como se ve en la **foto 282**, donde se presentan tres posiciones distintas adquiridas por las pseudoantenas. Estas adaptaciones tan especializadas reafirman la hipótesis del engaño al depredador sobre dónde está la cabeza. Podríamos aventurar una función aún más sofisticada: muchos depredadores son capaces de anticipar la posición de la presa e interceptarla, lo cual se ha demostrado en algunos peces y en murciélagos. Seguramente las aves lo pueden hacer también. Esto implicaría que el ave da el picotazo, no a donde se encuentra la mariposa en el momento de disparar el ataque, sino un poco más adelante, donde la mariposa habrá de estar cuando comience a volar. El cálculo de «más adelante» obviamente involucra la dirección inicial en sentido de la cabeza y aquí es donde se confunde al depredador que daría entonces un picotazo al vacío.

Vemos que una única explicación no es posible. Los ocelos pueden cumplir en distintos casos diferente función. Tenemos el ejemplo del ocelo como depredador amenazante en una mariposa que al estar en reposo muestra un color marrón uniforme, aparentemente de función críptica. Pero cuando es perturbada, separa las alas anteriores y muestra las posteriores que exhiben dos grandes ocelos **fotos 283 y 284**.

Así, ocelos posteriores, y más aún con antenas, parecen ser una estrategia para inducir al depredador a asaltar en la dirección equivocada, perdiendo la presa. Ocelos grandes que pueden ser mostrados u ocultados pueden, en cambio, simular la presencia de un «depredador del depredador».

Un caso donde es muy evidente que los falsos ojos tienen la función de repeler al depredador, al aparentar ser un depredador mayor, es el de la oruga del género *Eumorphia* **foto 285** la cual, cuando es tocada o golpeada, responde girando su parte anterior hacia el objeto que la toca, que puede ser el pico de un ave insectívora, y mientras gira, se disfraza de una forma espectacular **fotos 286 y 287**. Retrae la cabeza dentro de la parte anterior del cuerpo, el cual se infla y se pliega de tal forma que aparece una gran cabeza con enormes ojos y una boca con grandes dientes. Esta forma semeja una serpiente que es, a su vez, depredadora de aves. Pero la semejanza no se da porque la oruga «copie» caracteres de las culebras. Nuevamente, la selección natural opera aquí incorporando cualquier rasgo que ahuyente al depredador. Quiere decir que podemos encontrar en esta oruga armada un sincretismo de rasgos de diferentes depredadores, como se ve en la **foto 288** donde pareciera una serpiente con dientes cortantes, como los de un mono.

Los mántidos, considerados depredadores muy eficaces, también asustan a sus depredadores: aves en general y otros mántidos. La estrategia es simular un gran animal feroz. Al ser perturbados, abren sus élitros, presentan dos manchas oculares

grandes y exponen el lado interno de sus patas depredadoras que también muestran sendas manchas oculares. A esto se suma un ruido áspero que producen al frotar sus alas; si el pájaro aún se les acerca, lo golpean y pinchan con las espinas de sus patas depredadoras. Las **fotos 289 y 290** corresponden a una hembra y un macho de la misma especie –*Stagmatoptera biocellata*– que aunque se encuentran en reposo, permiten apreciar los ocelos de las patas depredadoras y los de las alas. Finalmente, incluimos en este capítulo el caso de dos orugas **fotos 291 y 292** que si bien no involucran ocelos, son pertinentes con el tema tratado aquí, ya que engañan al depredador respecto al sitio donde está su cabeza, ofreciendo estructuras que la simulan, pero en el lado opuesto del cuerpo.

ATRAPANDO LA PRESA

Son muchas las formas de atrapar y dominar las presas. Algunas arañas, como la de la secuencia de las **fotos 293-296**, se esconden entre los pétalos de una flor y adoptan su color y tamaño al acechar su presa, en este caso una mariposa; al atraparla, le inyectan una sustancia paralizante y chupan sus órganos y hemolinfa. Otras arañas tejen telas donde se enreda o se pega la presa y, rápidamente, la envuelven mientras tejen una sólida mortaja que la inmoviliza, para más tarde succionar sus entrañas como es el caso de una mosca en la **foto 297**.

Los depredadores por excelencia son los mántidos. Vemos en las **fotos 298 y 299** un poderoso y preciso sistema para atrapar la presa, basado en el acecho inmóvil, la medición exacta del ángulo y la distancia en que se encuentra, y un disparo rapidísimo de sus patas delanteras, adaptadas para envolverla y retenerla, con un juego de espinas perfectamente orientadas. Inmediatamente procede a devorarla con sus poderosas mandíbulas.

SONDEANDO AL DEPREDADOR

Como dijimos al principio de este capítulo, la defensa más elemental es la de la quietud junto con coloración críptica. Muchos saltamontes usan estos dos recursos a la vez. Sin embargo, cuando el depredador se aproxima demasiado, vuelan rápidamente en dirección contraria, mientras exhiben las coloridas alas posteriores que hasta ese momento estaban ocultas. Hacerse mucho más atractiva que en su uniforme críptico, cuando ya está en franco alejamiento del depredador, es considerado por la teoría de los diálogos kinéticos como una sonda que permite a la presa evaluar a su interlocutor, al mostrar un intenso color muy contrastante, naranja en el caso de las **fotos 300-302**. La teoría de los diálogos kinéticos interpreta esta exhibición, aparentemente paradójica, de la siguiente forma: la súbita aparición de caracteres «presa» muy atractivos, ante un depredador que se encuentra al acecho y a punto de atacar, hace que a este «se le escape el tiro», con lo que la presa se beneficia doblemente: porque ya está lejos y porque le confirma la presencia de un depredador interesado en atacarla.



f293



f294



f295

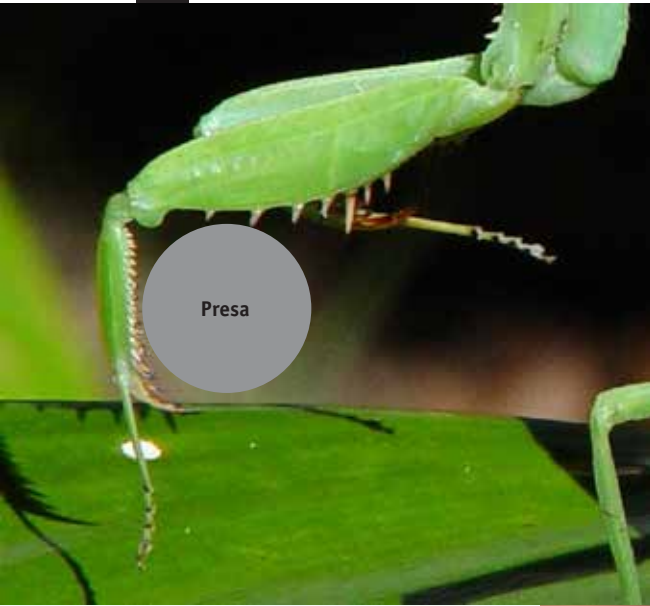


f296





f299



f300



f301



f302

ANUNCIANDO TOXICIDAD

Finalmente, debemos mencionar los animales que son tóxicos, de mal sabor o que proporcionan picaduras dolorosas e incluso mortales. Ellos le advierten a sus depredadores su toxicidad con colores llamativos, como el rojo o el amarillo, lo que se llama aposematismo, y les permiten evitarse una mala experiencia o la muerte, absteniéndose de atacar. Muchas especies de mariposas diurnas almacenan compuestos secundarios obtenidos de las plantas que le sirven de alimento, haciéndose tóxicas para sus depredadores.

Estos insectos presentan patrones de pigmentación muy llamativos y contrastantes que incluyen negro, amarillo y anaranjado **fotos 303 y 304**. Este tipo de coloración se denomina aposemática y representa una señal de advertencia que sirve para recordar a los depredadores, particularmente a las aves, el desagradable sabor de estas presas.

También es muy común que especies no tóxicas imiten a especies tóxicas o que inyectan veneno, como la mariposa de la **foto 305** (*Sessidae*), que tiene la apariencia de una avispa poseedora de un aguijón venenoso. Las sustancias tóxicas o de mal sabor de las mariposas no son sintetizadas por ellas mismas. Muchas veces son adquiridas en flores o en glándulas foliares como las especies *Dryas iulia* **foto 304** y *Heliconius erato* **foto 306** que acumulan cianuro tomado de las passifloras.

Pero no siempre son tóxicos los insectos de color rojo. Por ejemplo, la mariposa *Anartia amathea* –tomatito–, de la **foto 307**, presenta un fuerte color rojo y no ha sido informado que disponga de mal sabor o que sea tóxica. Pueden proponerse dos explicaciones a esta coloración: o bien imita a otras mariposas tóxicas –mimetismo bateiano– o bien es producto de un caso muy curioso de evolución, en el que la dirección de los cambios viene dada por preferencias de las hembras al escoger sus parejas reproductivas que hacen que dichos rasgos se desarrollen evolutivamente en la especie (selección sexual).

POLINIZACIÓN

Somos afortunados porque nuestra vista y olfato tienen mucho en común con los de los insectos. Si no fuera así, jamás veríamos una colorida flor ni percibiríamos sus exquisitos perfumes. La hermosura de las flores, sin embargo, no está dirigida a seducirnos a nosotros, sino a los insectos y aves que las polinizan. La flor atrae al polinizador para usarlo como intermediario y lo hace ofreciéndole premios de gran valor nutritivo, como el néctar y el polen. A consecuencia de este intercambio entre flores e insectos, se da un proceso de coevolución en que las plantas desarrollan caracteres que cautivan a los insectos y otros animales, como colores vistosos, perfumes y premios, como el néctar y la resina; por su parte, los insectos adoptan formas apropiadas para recoger el polen, como pelos o sustancias pegajosas en su superficie, y estructuras muy especializadas que les permiten libar su néctar y, mientras lo hacen, muchos granos de polen se adhieren a su cuerpo. Cuando el insecto visita otra flor,

deja parte de su carga de polen adherida a partes femeninas de la nueva flor y, si esta es de la misma especie que la de origen, se inicia la fecundación de los óvulos que dan lugar a las semillas. Una prueba de que es la intervención de los insectos la que modela la belleza de las flores es que las plantas fecundadas por el viento, a diferencia de las que son fecundadas por insectos, muestran flores mucho más simples que raramente poseen colores vistosos.

Las abejas y avispas liban el néctar de las flores introduciendo su trompa y extendiendo su lengua hasta los nectarios de la flor **fotos 308-310**. Una vez ingerido el néctar, los azúcares presentes se transforman en miel, que es usada para alimentar a las larvas en la colmena. Algunas abejas presentan adaptaciones en su tercer par de patas, que son unos peines con los que recogen el polen de los estambres y lo aglomeran con saliva hasta formar dos cestas de polen también utilizadas para la alimentación de las larvas **foto 311**. Las mariposas tienen trompas muy largas, que se mantienen enrolladas en forma de espiral cuando no están en uso **foto 312** y se extienden para tener acceso a nectarios que están a gran profundidad en la flor **fotos 313 y 314**.

Los insectos son capaces de reconocer en cada momento cuáles flores dan néctar y dónde se encuentran. Esta información es transmitida a sus compañeras a través de un lenguaje codificado muy preciso que permite a toda la colonia cosechar en los sitios más ricos. Esta conducta implica el rápido aprendizaje de los colores y las formas de las flores de abundante oferta. También las maniobras de la trompa dentro de la flor para encontrar y bombear el néctar requieren de aprendizaje. De hecho, cuando una mariposa visita por primera vez una flor, tarda más en obtener el néctar que después de varias visitas.

VIVIENDO EN UNA HOJA

Las hojas son un buen lugar para vivir. Un buen ejemplo de ello son los insectos que ponen sus huevos en hojas de la especie vegetal que servirá de alimento a las larvas al nacer **fotos 315-317**. Hay arañas que fabrican una cobertura de seda que oculta su nido **fotos 318 y 319**. En la **foto 320**, observamos cómo una oruga pasa por encima de la delicada «tienda» de una araña sin perturbarla. En la **foto 318**, podemos apreciar a una araña en el «piso de arriba» de su vivienda. Probablemente, debajo protege sus huevos o a una camada de recién nacidas. Para nuestros ojos, estas «tiendas» son visibles, pero seguramente pasan desapercibidas para los ojos de un insecto o una rana que sólo ven objetos en movimiento y no captan colores. La arañita o el gusano pueden moverse dentro de una «tienda» y hacer sus tareas sin excitar los receptores visuales de sus depredadores, con lo que tienen muchas más probabilidades de sobrevivencia que la que está directamente expuesta **foto 321**. Hay orugas que modifican la forma de las hojas para hacer su casa. Llamamos orugas liadoras a las que enrollan una hoja, con lo que crean un espacio donde vivir. Otras, más sofisticadas, van plegando y enrollando longitudinalmente una hoja hasta formar un tubo dentro del cual viven **fotos 322 y 323** hasta salir poco antes de pupar, lo que hacen entre la

f303



f304



f305



f306

f307





f308



f309



f310



f311



f312

f313



f314

hojarasca del suelo. Otras pupan dentro de esta estructura hasta que emergen como adultos. La arquitectura de estos tubos es extraordinaria, porque van hilando tensores que progresivamente enrollan la hoja sobre sí misma **foto 324**. Con suerte, se puede observar cómo hilan en un movimiento rítmico de vaivén, de aproximadamente dos puntadas por segundo. Las **fotos 325 y 326** ilustran las dos posiciones extremas del vaivén de la cabeza de la oruga mientras cose. Cada puntada agrega una pequeña tensión al enrollamiento, logrando una fuerza sumada extraordinaria. El enrollado es tan perfecto que uno puede ver por un extremo si el tubo está ocupado, porque cuando no lo está, se puede mirar a través de él dirigiendo el tubito hacia un fondo luminoso. En la **foto 326** se aprecia la oruga fuera del tubo del cual fue obligada a salir. Su piel es delicada y transparente, ya que está completamente adaptada a la protección que le da su tubo. Nótese, en la **foto 327**, cómo se transparentan los órganos renales amarillos (túbulos de Malpighi).

Aunque no pude averiguar su identidad, me pareció interesante mostrar la **foto 328** de un simpático aventurero que perforó la pared de un fruto y seguramente devora voluptuosamente sus exquisítesces.

FOLIOGLIFOS

Un caso muy pintoresco de vida animal en una hoja son los folioglifo realizados por pequeños gusanitos llamados minadores que se han especializado en un nicho singular: perforan galerías entre los epitelios superior e inferior de la hoja. Estos insectos construyen galerías de formas características que pueden apreciarse a simple vista. El nombre «folioglifo» me fue sugerido por el extraordinario parecido de estas galerías con las de los petroglifos creados por las culturas primitivas de Venezuela, 4.000 a 5.000 años atrás. A un amigo a quien se los mostré le evocaron en parte, probablemente por estar hechos ambos con un único trazo continuo, las imponentes y enigmáticas Líneas de Nazca, construidas en épocas preincaicas, cuyo significado aún no se ha podido descifrar. Estas formas atraen la atención y recuerdan figuras de animales y objetos conocidos que estimulan nuestra imaginación **fotos 329 a, b, c y d**.

No es fácil identificar la especie de los insectos que forman los folioglifos. Pueden pertenecer a cuatro órdenes: Coleoptera –escarabajos–, Lepidoptera –mariposas y polillas–, Diptera –moscas– e Hymenoptera –moscas sierra–, siendo todos ellos sumamente especializados, hasta el punto que las formas larvianas difícilmente pueden vivir fuera de sus galerías, realizadas en hojas de especies únicas para cada especie. Algunos han perdido las patas o estas son cortas y muy laterales. Sólo las larvas hacen minas. Después de desarrollar la crisálida, emergen los adultos alados y vuelan dispersándose; se reproducen y, cuando encuentran plantas huésped adecuadas –en nuestro caso *Chaetocalyx scanders*–, ponen los huevos sobre la superficie de la hoja, o la perforan y alojan los huevos en el tejido foliar. Poco tiempo después, nacen las diminutas orugas. El vivir debajo de los epitelios de la hoja los protege de enemigos, de las defensas químicas de la planta, de ser arrastrados por las lluvias, de la irradiación solar, de

temperaturas extremas y de la desecación. Hay unas 10.000 especies de insectos minadores y algunas son plagas frecuentes de los cultivos, aunque no suelen ser lo suficientemente abundantes como para producir daños significativos en la producción agrícola.

Los folioglifos son de gran belleza y sugieren símbolos o animales fantásticos, lo que nos lleva nuevamente a interrogarnos por qué no han recibido reconocimiento estético como lo han recibido sus símiles, los petroglifos. La cultura moderna atribuye un gran valor a los petroglifos por representar el espíritu, la creatividad y la conciencia de humanos primitivos. Estas formas, que a mi juicio son de comparable hermosura, no han sido descubiertas ni mencionadas como portadoras de belleza. Esa desigualdad entre la apreciación de la naturaleza y la apreciación del arte debe tener una explicación. Aquí está presente el hecho que detrás del petroglifo hay un ser humano, un artista que lo talla y, al hacerlo, lo valida, lo acredita como bello. El sesgo antropocéntrico favorece una vez más a lo humano sobre lo natural.

La segunda reflexión es que estas especies y, probablemente, esta asociación oruga-planta quizás sean tan antiguas o más que los petroglifos, por lo que, como formas de la naturaleza, pueden haber inspirado las formas del arte humano. Aquí, la tesis es que nos inhibimos de admirar la belleza natural, porque no hay detrás de ella un ser humano que la haya creado, con quien podamos identificarnos para así apropiarnos fantasiosamente de su creación. Si pudiéramos identificarnos con Dios creador y asumir su creación como propia, nuestra admiración y, por lo tanto, el amor a la naturaleza crecerían y serían una forma de incrementar nuestra motivación al cuidado y conservación de la naturaleza.

De la forma de los folioglifos puede deducirse la conducta de sus talladores: en muchas de las fotos, puede apreciarse la silueta del minador por transparencia. Con frecuencia, un extremo de la galería es más delgado que el resto, lo que sugiere que ahí es donde eclosionó el huevo y la pequeña larva comenzó su actividad. A partir de este punto, se inicia la galería en forma curva, salen de dos a cuatro ramales laterales en el lado convexo de la galería –seguramente esta configuración hace menos probable que la galería lateral se vuelva a encontrar con la principal–, y continúa el trayecto curvo con menos y más gruesas ramificaciones. En muchos casos, las formas de estas galerías insinúan animales imaginarios, lo que sugiere la realización de un ejercicio creativo como el de atribuir formas conocidas a las nubes.

Vemos en las **fotos 330 a y b** que otras especies de insectos minadores horadan el interior de las hojas en formas diferentes, creando «estilos» propios.

f315



f316



f317



f318



f319

f320



f321



f322



f324



f323

f325



f326



f327



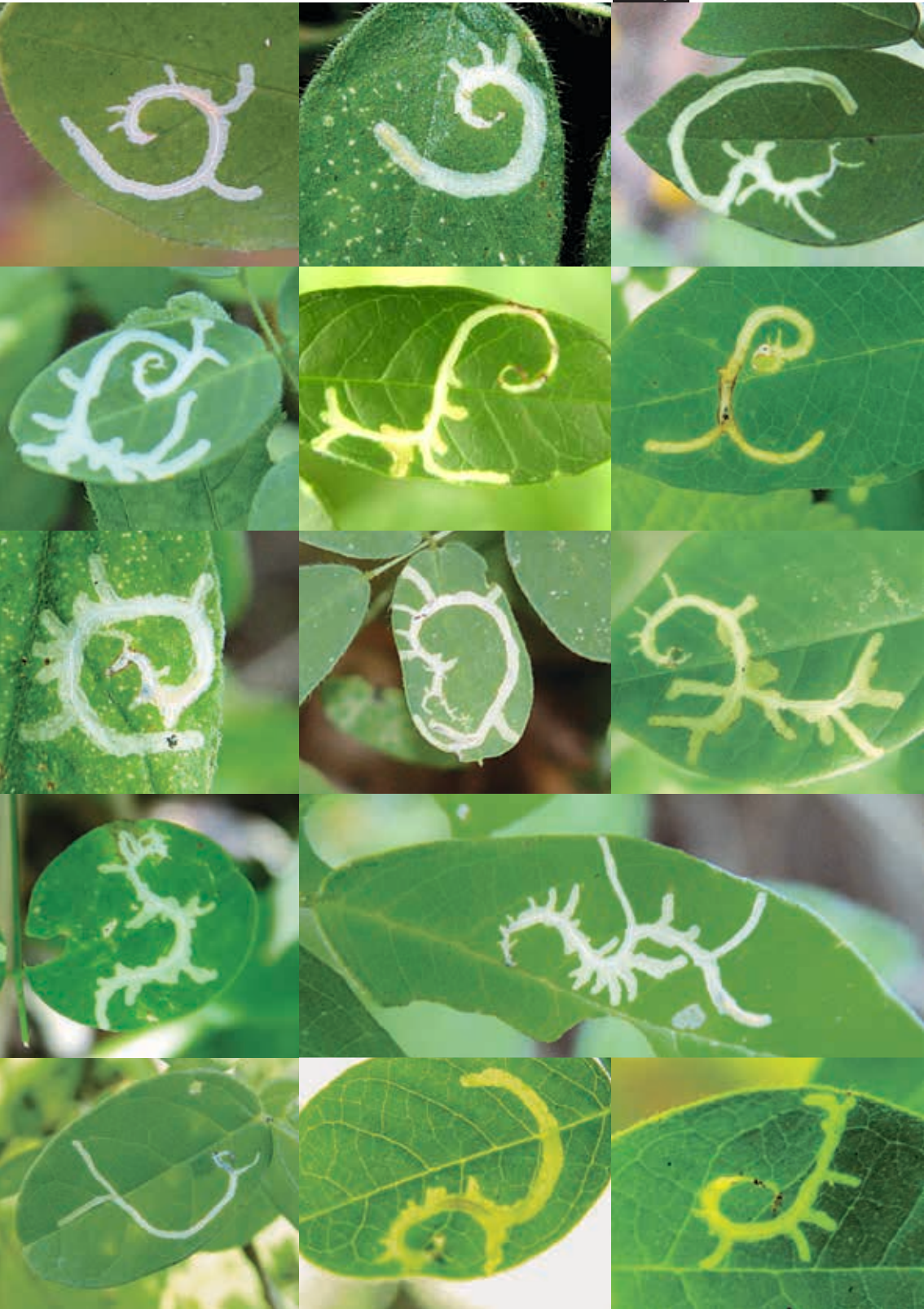
f328



f329a













Interacciones Intraespecíficas

REPRODUCCIÓN

La reproducción es una característica definitoria de la vida. Es decir, no existe vida sin reproducción. Lo que no es fácil de entender, aun para la ciencia moderna, es por qué muchísimas especies se reproducen sexualmente y no individualmente **fotos 331-346**. Esto sería mucho más económico y prescindiría de algo tan, pero tan complicado como es detectar y encontrarse con alguien del sexo opuesto, para lo que a veces deben recorrer grandes distancias, luchar con otros machos por el acceso a la pareja, posicionarse adecuadamente, acoplarse y hacer cada uno lo que tiene que hacer para que los óvulos dentro de la hembra reciban los espermatozoides del macho y afrontar los riesgos por el incremento de la exposición a depredadores **foto 347**. Los beneficios de la reproducción sexual, en términos evolutivos, deben ser tan grandes que no sólo más del noventa por ciento de las especies se reproducen sexualmente, incluyendo las especies vegetales, sino que se han desarrollado mecanismos de enorme sofisticación, como la capacidad de la hembra de escoger machos de buena calidad genética o que sean buenos proveedores. Por su parte, los machos han desarrollado mecanismos que los hacen más competitivos, no sólo por fecundar a las hembras, sino que una vez fecundadas contribuyen a evitar que el esperma de otros machos pueda desplazar al propio.

¿Cuál es, entonces, la gran fuerza conductora que hace del sexo una forma tan generalizada de reproducción? Aunque es difícil de aceptar aún por los científicos, la única explicación disponible es que la reproducción sexual resulta en un gran incremento en la variabilidad en las características de la descendencia, lo que aumenta la probabilidad de que aparezcan líneas genéticas que compitan más exitosamente que otras. Como estas variantes exitosas se originan por el encuentro sexual son, además, portadoras de los mecanismos que hacen posible esta forma de reproducción. Y ya está, tenemos irreversiblemente instalada la reproducción sexual en esa especie.

Para producirse el apareamiento, se necesita el encuentro de la pareja y el reconocimiento de los participantes. El encuentro es mediado por sustancias químicas que emiten las hembras. Los machos siguen el rastro de esta sustancia hasta encontrar a la hembra. El color y el diseño corporal son estímulos muy importantes en el emparejamiento de lepidópteros. En algunos casos, el color de ciertas flores atrae simultáneamente a machos y hembras lo que facilita el encuentro de la pareja.

En las chinches, la reproducción es poliándrica. Los machos cortejan intensamente a la hembra, no sólo antes, sino durante la cópula. Se cree que esa conducta contribuye a que sean sus espermatozoides y no los de otro macho los que fecunden a los óvulos. El macho induce a la hembra a utilizar su esperma y no el de otro. El aparato genital del macho es muy complejo y es capaz de sujetar firmemente a la hembra. Por eso, cuando vemos parejas de insectos acoplados, como en la **foto 345**, no necesariamente significa que está habiendo transferencia de esperma. Puede ser que el macho esté ocupando el puesto, «cuidando» que no copulen otros machos. Esta pareja de

serambílicos parece ser un caso muy generalizado entre insectos poliándricos, donde el macho, después de cortejar a la hembra hasta lograr la cópula, continúa el cortejo frotándola con sus patas.

La poligamia es muy común en insectos. Durante la cópula de mariposas, el macho pasa a la hembra un espermatóforo que además del esperma contiene una buena cantidad de nutrientes, entre los que se incluyen proteínas, carbohidratos, fosfolípidos y minerales originados en polen, néctar o deyecciones de aves. La hembra recibe el espermatóforo en la *bursa copulatrix* y usa los materiales contenidos en él para hacer los huevos y para su mantenimiento. Esta transferencia extiende la duración de la cópula y explica que sea muy frecuente el encuentro de insectos en cópula. Son incluso capaces de volar mientras copulan. Las cópulas pueden durar de media hora hasta ocho horas.

CONDUCTA DE SOLICITUD

Los pichones de muchas especies de aves aumentan su tamaño rápidamente, pero conservan la conducta infantil de solicitar alimento por mucho tiempo, aunque ya sean capaces de comer solos. En la **foto 348**, vemos un pichón de cristofué al lado de la fruta, pero no come, sino que pía fuertemente para llamar a sus progenitores a fin de que lo alimenten pico a pico. Se puede identificar a un pichón porque muestra unos brillantes trazos amarillos en los bordes del pico. En las **fotos 349a,b,c,d y e**, vemos una reinita que solicita alimento a otra que regurgita y le entrega la papilla. La solicitud (*begging*) consiste en piar, hacer vibrar las alas ligeramente extendidas hacia abajo, agacharse y esponjar las plumas. Por el tamaño, ambas parecen adultas, pero reconocemos que el receptor es un pichón por presentar las cejas de color amarillo. También en las guacharacas existe una prolongada alimentación pico a pico a los pichones, aun cuando ya vuelen y sean capaces de comer solos **foto 350**.

Puede sorprendernos encontrar hembras adultas exhibiendo la conducta de solicitud a la pareja masculina, como lo hacen los azulejos de la **foto 351**. ¿Por qué una hembra adulta se comporta como un polluelo recién nacido? Esta extraña actuación se explica como un examen que realiza la hembra al macho, antes de aceptarlo como pareja. Tan grande es para la hembra la importancia de contar con la ayuda de su compañero para proveer suficiente alimento a los voraces pichones por venir que, para asegurarse de su calidad de proveedor, le exige al pretendiente que la alimente cuando ella pía. Para esto hace vibrar sus alas tal como lo harán los futuros pichones. En efecto, en la época de la reproducción de las aves, puede verse a las hembras receptivas, agachadas y con las plumas espumadas, batiendo las alas mientras emiten un piar estridente cada vez que un macho se acerca. Esta conducta se repite durante días y días antes de que la hembra acepte al macho. La asimetría en la actuación de los dos sexos se explica por el diferente riesgo que corre un macho y una hembra en un encuentro sexual. Si la cópula tiene éxito, el macho puede retirarse en busca de otros óvulos que fecundar, mientras que la hembra queda comprometida con esas

f331



f332



f333

f334





f335

f336



f337



f338



f339

f340



f341



f342



f343



f344





f347





crías como única opción reproductiva. Se suma a esto que la hembra «está segura» de que los pichones que nacen de sus huevos tienen su representación genética, mientras que el macho no. La hembra, en casi todas las especies animales, es más exigente que el macho cuando elige una pareja sexual. Esto es así porque la hembra arriesga mucha más capacidad reproductiva que el macho en un encuentro sexual.

Los pichones, en el nido, son competitivos: el que pía más, y más fuerte, recibe más alimento. Por eso son tan bulliciosos *foto 352*.

VIVIR EN GRUPO

Casi todas las especies forman grupos en algún momento de su vida. La conducta de agrupación es el resultado evolutivo de un incremento en la probabilidad de sobrevivir y reproducirse para el individuo que se incorpora y se mantiene en el grupo. En otras palabras, la agrupación evoluciona cuando los beneficios ganados por un individuo al juntarse con otros superan los costos. Hay grupos que se inician de forma pasiva, como los formados por insectos que nacen juntos a partir de una puesta de huevos múltiple *fotos 353-357*. Esta agrupación asegura el alimento, ya que la madre puso los huevos sobre una hoja correspondiente a una variedad alimenticia única para su especie. Las orugas de la *foto 353* son juveniles; mientras son pequeñas, se benefician de estar en grupo pero, como muchos otros insectos, al crecer se dispersan y adoptan una vida solitaria. Se ha demostrado, mediante experimentos, que a densidades intermedias, se desarrolla máximo vigor y éxito reproductivo individual.

En algunos casos, la puesta se hace directamente sobre otros animales que servirán de alimento a las larvas por nacer *foto 354*. Si bien el haber nacido juntas es el resultado de que la madre puso los huevos en un mismo sitio, la agrupación persiste aún después del nacimiento, por la acción de feromonas y, en algunos casos, porque los individuos se mantienen unidos por finísimos filamentos que ellos mismos secretan. Por ejemplo, las chinches, pertenecientes a la familia de los homópteros, ponen varios huevos juntos y, al nacer, las ninfas se mantienen unidas a lo largo de los primeros estadios. En algunos casos, las ninfas permanecen junto a los huevos de los que nacieron, presumiblemente porque continúan sirviéndose del alimento allí contenido *fotos 355 y 356*. Sorprendentemente, algunas chinches muestran cuidado parental *fotos 357*. La agrupación de las chinches se extiende más allá de los primeros estadios. Muchas especies se benefician de estar en grupo por un efecto de dilución de la probabilidad de ser atrapadas por el depredador. Es posible que este sea el caso de estos homóptera que se alinean a lo largo de una ramita *foto 358*.

Las chinches se caracterizan por contener sustancias químicas de muy mal sabor y olor, lo que las protege de los depredadores. Habíamos visto (capítulo de «Interacciones», apartado Depredadores y presas) que un importante recurso antidepredador era el presentar coloraciones y conductas que le permitían al portador pasar desapercibido. Vimos también que esto no se cumple en animales que son venenosos o presentan

muy mal sabor. En estos casos, aparece una adaptación opuesta y coherente con su impalatabilidad, la cual consiste, al contrario de esconderse, en anunciarse ostentosa-mente y evitar así un ataque equivocado del depredador (*coloración aposemática*). En la agrupación de insectos con coloración aposemática ocurre una reiteración de la advertencia. El depredador recibe con anticipación y con más intensidad las señales que anuncian encuentros desagradables **foto 359**.

Algunas aves, como los azulejos, se mueven en bandadas, lo que les permite explorar el ambiente minuciosamente en busca de frutos para alimentarse. Estar en grupo también mejora la vigilancia: muchos pares de ojos ven mejor que uno y así, mientras algunos comen, otros vigilan **foto 360**. Cuando alguno detecta la presencia de un depredador, emite una vocalización estridente, mientras levanta vuelo, e inmediatamente los demás lo siguen. Pero los grupos, además de beneficiar la búsqueda de alimento y la evitación de ser comidos, ofrecen un espacio para la selección de los mejores reproductores durante la época de apareamiento. La selección adecuada de la pareja reproductiva da como resultado crías más competitivas y de buena calidad. Esta combinación constituye una fuerza tan poderosa que, aun en actividades que no parecen estar relacionadas con la reproducción, como es la alimentación, hay confrontaciones permanentes. Estas ocurren aun fuera del período reproductivo, lo que produce y mantiene las relaciones jerárquicas entre los participantes, haciendo que las confrontaciones entre individuos en los sitios de alimentación sean casi permanentes. Muchas aves, como los azulejos, las tångaras y los cristofués establecen estructuras jerárquicas donde unos dominan sobre otros. Cuando se encuentran en una fuente de alimentación, pelean por la prioridad sobre el alimento y establecen un orden de picoteo, más o menos duradero **fotos 361 y 362 (ver también fotos 16 y 17)**. Los encuentros son muy estridentes. Llegan numerosos individuos, picotean la fruta durante breves períodos, interrumpidos para alejar a otros a picotazos, golpes de ala e intensas vocalizaciones. De pronto, todos levantan vuelo. La primera explicación de que pelean porque ninguno quiere quedarse sin comida no parece plausible. Es frecuente observar que pugnan entre sí aun cuando hay comida en abundancia y no se advierte que los pequeños o los de bajo nivel jerárquico se queden a comer cuando se retiran los mayores. Suponemos que las confrontaciones mantienen el orden jerárquico, aun fuera del territorio y fuera del período reproductivo. Por otra parte, los individuos de especies diferentes a la mayoritaria, al mantenerse en pelea, preservan su «derecho a ser parte del grupo» y gozan, así, de las ventajas de encuentro de fuentes de alimento y protección de depredadores que les da el grupo.

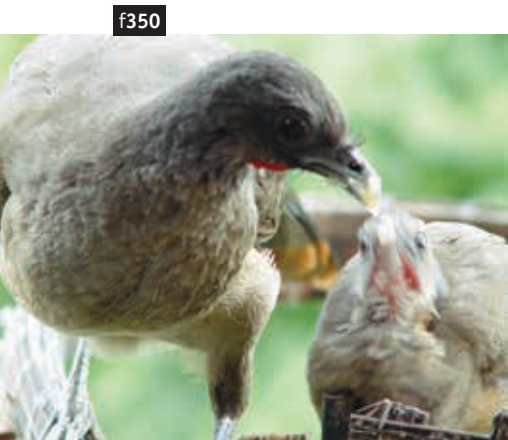
El conservar un orden jerárquico ofrece acceso óptimo a los recursos y reduce los costos asociados con agresiones, o el número de agresiones, porque no tienen que dirimir la dominancia cada vez que se encuentran. Pero para esto es necesario que se reconozcan. En efecto, las tortolitas muestran en las alas patrones o códigos muy notables y claramente diferentes que seguramente contribuyen a la identificación interindividual **foto 363**.



f348



f349 a, b, c, d, e



f350



f351



f352





f354



f355



f356



f357

f358



f359





f360



f361



f362



f363



f364

f365



f366

Las guacharacas se trasladan de árbol en árbol en grupos familiares que incluyen miembros de hasta tres generaciones: padres, hijos de la camada anterior y pichones. Estos son protegidos y alimentados pico a pico aun mucho después de desarrollar el vuelo y la capacidad de comer solos **foto 350**. Pero cuando un ave perteneciente a otro grupo se acerca demasiado, erizan las plumas de la cabeza **foto 364**, emiten sonidos amenazadores y llegan a pelear con patas, picos y alas para alejar al intruso.

En las ranas juveniles, la agrupación puede tener diversas ventajas. Al acurrucarse unas contra otras **foto 365**, pierden el contorno específico, lo que las hace menos detectables por un depredador. Para ellas, la economía del agua corporal es muy crítica y, al agruparse, la superficie de evaporación del conjunto es mucho menor de la que tendrían estando todas separadas. Por otra parte, aunque las ranas son ectotermos, es decir, siguen las variaciones térmicas del ambiente, su metabolismo en reposo genera un incremento del orden de un grado centígrado superior al del ambiente. El agruparse les ayuda a conservar esta pequeña cantidad de calor extra.

La aparición de la eusocialidad –verdadera socialidad– es uno de los eventos evolutivos más extraordinarios ocurridos en el reino animal. Está presente en las termitas, abejas, avispas y hormigas. En sus sociedades, existen castas reproductivas y obreras estériles, diferenciación en la asignación del trabajo y cuidado cooperativo de las crías. Estos insectos sociales son capaces de manipular los recursos del ambiente y construir complejas estructuras, como termiteros, colmenas **foto 366** y hormigueros.

Pero además de las ventajas mencionadas, la agrupación acarrea costos, como los mayores gastos de energía que surgen por la competencia, y en posibles lesiones que resultan de las confrontaciones. Pueden verse, en los alimentadores de aves, situaciones que muestran lo fuerte que es la motivación para la pelea. Hemos observado reinitas y carpinteros que, después de comer fruta aparentemente hasta saciarse en el alimentador, esperan a un lado, mirando el entorno hasta que se acercan otras aves. Cuando estas ingresan al alimentador, la que esperaba brinca hasta donde están las frutas y vuelve a comer, confrontando ruidosamente a los recién llegados. Esto muestra que la pelea no es sólo por asegurar su alimento inmediato, sino que defienden con ella algo más, tal vez la propiedad del punto de alimentación a largo plazo, o el lugar en una jerarquía de dominancia. La agrupación hace a las presas más visibles a sus depredadores y a los depredadores a sus presas, lo que como vimos no es favorable a la sobrevivencia. La agrupación puede también facilitar la propagación de parásitos e infecciones. El grado de socialidad que muestre una especie dependerá de un balance entre los beneficios y los costos de esta conducta en su medio ambiente y medio social.