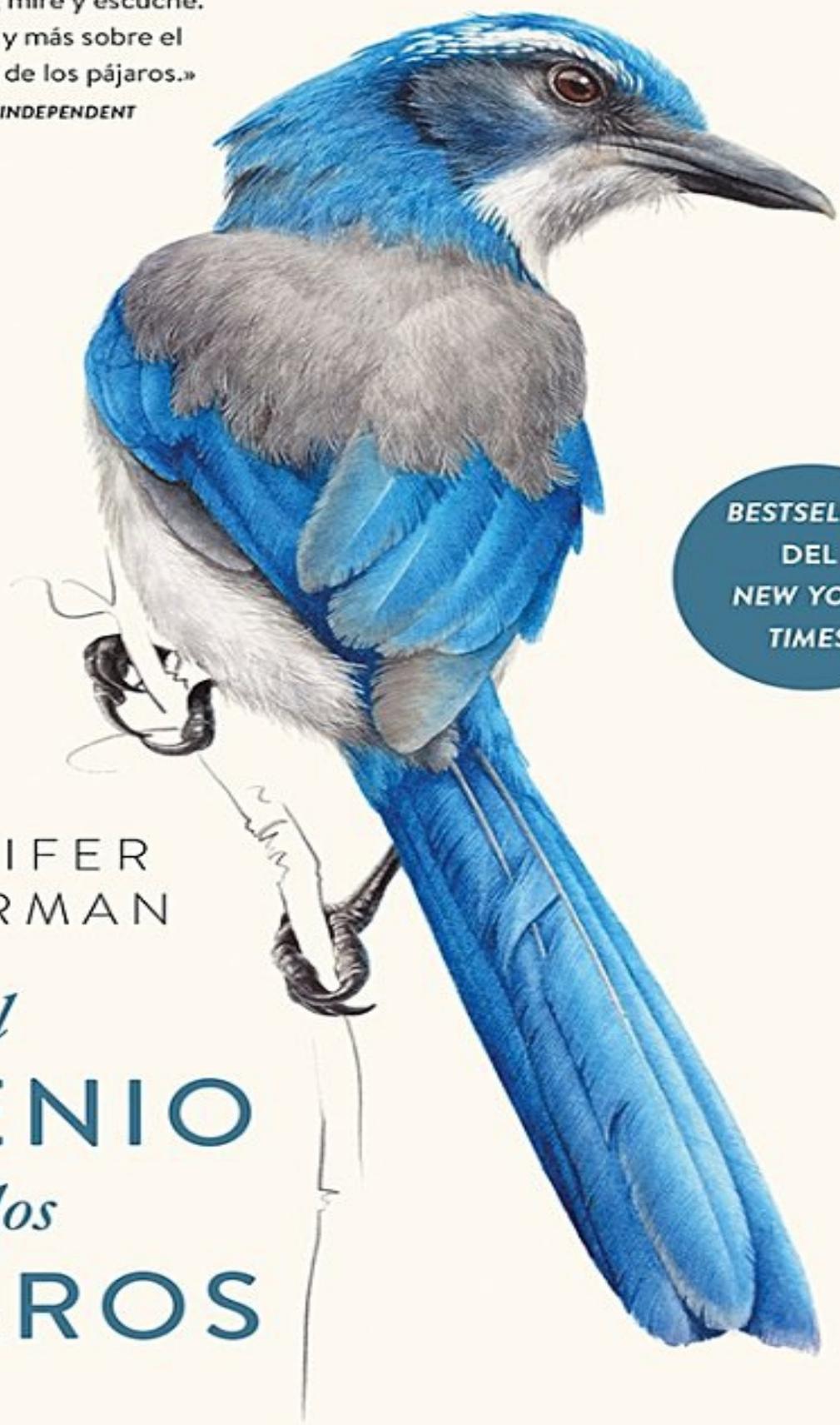


«Lea este libro. Salga al parque,
al campo... Relájese, mire y escuche.
Querrá saber más y más sobre el
asombroso ingenio de los pájaros.»

THE WASHINGTON INDEPENDENT



**BESTSELLER
DEL
NEW YORK
TIMES**

JENNIFER
ACKERMAN

El
INGENIO
de los
PÁJAROS

Ariel

Índice

Portada

Dedicatoria

Introducción: El ingenio de los pájaros

1. Del dodo común al cuervo: mentes aviares de distinta medida
2. A la manera de los pájaros: una nueva visión del cerebro de las aves
3. Cerebritos: magos de la técnica
4. Trinos y gorjeos: destreza social
5. Cuatrocientas lenguas: virtuosismo vocal
6. El pájaro artista: aptitudes estéticas
7. Una mente cartográfica: ingenio espacial (y temporal)
8. Gorrionlandia: inteligencia adaptativa

Agradecimientos

Notas

Créditos

Gracias por adquirir este eBook

Visita Planetadelibros.com y descubre una nueva forma de disfrutar de la lectura

¡Regístrate y accede a contenidos exclusivos!

Primeros capítulos
Fragmentos de próximas publicaciones
Clubs de lectura con los autores
Concursos, sorteos y promociones
Participa en presentaciones de libros

PlanetadeLibros

Comparte tu opinión en la ficha del libro
y en nuestras redes sociales:

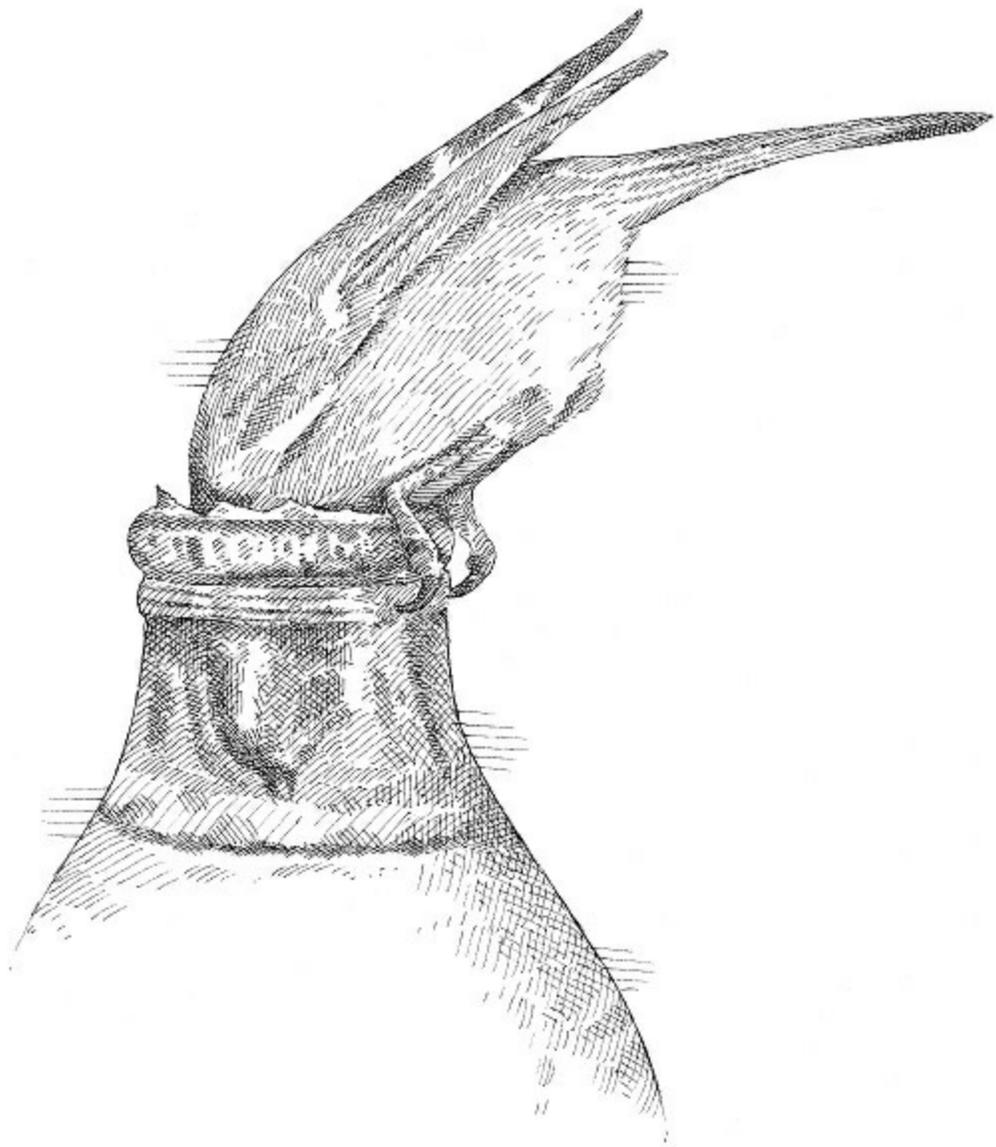


Explora

Descubre

Comparte

Para Karl, con todo mi amor



INTRODUCCIÓN

EL INGENIO DE LOS PÁJAROS

Durante largo tiempo se pensó que los pájaros eran bobos, seres con ojos pequeños y brillantes y el cerebro de un mosquito, reptiles con alas, cabezas de chorlito, pavos que colisionan contra los vidrios de las ventanas, pican en sus reflejos, se posan sobre cables de luz y cometen errores garrafales que los abocan a la extinción.

Nuestro vocabulario refleja nuestra falta de respeto por ellos. Cuando alguien fantasea con cosas irreales decimos que «tiene la cabeza llena de pájaros». A las personas cobardes las calificamos de «gallinas» y a las bobas, de «gansas» o «pavas». Cuando no afrontamos la responsabilidad por nuestros actos decimos que «enterramos la cabeza como una avestruz». La expresión «cabeza de chorlito», con la cual describimos a una persona tonta, alocada o atolondrada, entró a formar parte del vocabulario a principios de la década de 1920 porque se creía que los pájaros eran meros autómatas voladores y picoteadores con un cerebro tan diminuto que ni siquiera tenía capacidad para pensar.

Esa concepción es agua pasada. En las últimas dos décadas, aproximadamente, tanto de las investigaciones sobre terreno como de laboratorios de todo el mundo han salido ejemplos a raudales de especies de aves capaces de hazañas mentales comparables a las detectadas en primates. Hay una especie que crea diseños coloridos con bayas, fragmentos de vidrio y flores para atraer a las hembras, y otra que esconde hasta treinta y tres mil semillas esparcidas por docenas de kilómetros cuadrados y meses más tarde todavía recuerda dónde las ocultó. Existe una especie que resuelve un rompecabezas clásico a una velocidad comparable a la de un niño de cinco años, y otra experta en abrir cerraduras. Hay pájaros capaces de contar y

realizar cálculos matemáticos simples, de fabricar sus propias herramientas, de moverse al ritmo de la música, de entender principios básicos de física, de recordar el pasado y de hacer planes para el futuro.

En el pasado, otros animales se han llevado todo el protagonismo por su inteligencia «casi humana». Los chimpancés fabrican lanzas con palos para cazar a primates más pequeños y los delfines se comunican mediante un complejo sistema de silbidos y chasquidos. Los grandes simios se consuelan mutuamente y los elefantes lloran la pérdida de sus seres queridos.

Ahora las aves se han sumado a sus filas. Una oleada de nuevas investigaciones ha derrocado las ideas de antaño y por fin empezamos a aceptar que los pájaros son mucho más inteligentes de lo que habíamos imaginado; en algunos aspectos, de hecho, más próximos a nuestros parientes, los primates, que a los reptiles.

A partir de comienzos de la década de 1980, el encanto y la astucia de un loro gris africano llamado *Alex* se combinó con los conocimientos de la científica Irene Pepperberg para demostrar al mundo que algunas aves parecen tener capacidades intelectuales comparables a las de los primates.¹ Antes de fallecer súbitamente a los treinta y un años de edad (la mitad de su esperanza de vida), *Alex* dominaba un vocabulario de centenares de palabras inglesas para definir objetos, colores y formas, entendía las categorías de la igualdad y la diferencia tanto en número como en forma y en color, y era capaz de observar una bandeja donde había dispuestos objetos de diversos colores y materiales y decir cuántos había de un determinado tipo. «¿Cuántas llaves verdes hay?», le preguntaba por ejemplo Pepperberg, al tiempo que le mostraba varias llaves y tapones de corcho verdes y naranjas. Y ocho de cada diez veces, *Alex* acertaba en su respuesta. Era capaz de utilizar números para responder a preguntas que planteaban sumas. Entre sus grandes logros, explica Pepperberg, figuraban su conocimiento de conceptos abstractos, incluido el concepto del cero; su capacidad de entender el significado de una etiqueta numérica a partir de su posición en la línea de números, y su capacidad de deletrear palabras como un niño: «N-U-E-Z». Previamente a la existencia de *Alex*, pensábamos que éramos los únicos capaces de emplear palabras... o casi los únicos.² *Alex* no sólo asimilaba vocabulario, sino que era capaz de utilizarlo para responder con contundencia, inteligencia y, quizá, incluso con

sentimiento. Sus últimas frases a Pepperberg mientras ésta lo encerraba en su jaula la víspera de su muerte fueron su despedida de costumbre: «Sé buena. Hasta mañana. Te quiero».

En la década de 1990 empezaron a llegar informes procedentes de Nueva Caledonia, una pequeña isla del Pacífico Sur, acerca de cuervos que fabrican sus propias herramientas en la selva y parecen transmitir de generación en generación las tradiciones locales de fabricarlas, una proeza reminiscente de la cultura humana y prueba de que para elaborar y manejar herramientas sofisticadas no se requiere un cerebro primate.³

Cuando los científicos plantearon a estos cuervos un rompecabezas con el fin de comprobar sus capacidades de resolución de problemas, las aves los asombraron con sus hábiles soluciones. En 2002, Alex Kacelnik y sus colegas de la Universidad de Oxford «preguntaron» a una hembra de cuervo de Nueva Caledonia cautiva llamada *Betty*: «¿Puedes agarrar la comida que está fuera del alcance, en un pequeño cubo al otro lado de este tubo?». ⁴ *Betty* dejó atónitos a los experimentadores al reaccionar de manera espontánea doblando un trozo de alambre para fabricar un gancho y alzar con él el pequeño cubo.

Entre los estudios publicados en las revistas científicas figuran algunos con títulos que hacen arquear las cejas: «¿Nos conocíamos de antes? Las palomas reconocen rostros humanos familiares», «La sintaxis de los gorjeos de los carboneros», «Los gorriones de Java distinguen idiomas», «A los polluelos les gusta la música consonántica», «Diferencias de personalidad explican el liderazgo en las barnaclas cariblancas» o «Las palomas, a la par con los primates en competencia numérica».

* * *

Cabeza de chorlito: este agravio respondía a la convicción de que los pájaros tenían un cerebro tan minúsculo que sólo servía para gestionar las conductas instintivas. El cerebro aviar carecía de una corteza como la nuestra, donde reside la «inteligencia». Las aves tenían un cerebro mínimo por una buena razón, creíamos: para poderse dejar llevar por el aire, para desafiar la gravedad, para planear, hacer acrobacias y lanzarse en picado, para surcar el

cielo durante días sin fin, para migrar miles de kilómetros y maniobrar en espacios pequeños. Y por su dominio del aire, estábamos convencidos, las aves pagaban un alto coste cognitivo.

Sin embargo, la observación más de cerca de los pájaros nos ha revelado lo contrario. En efecto, el cerebro de las aves es muy distinto del nuestro, como no podía ser de otro modo. Las aves y los seres humanos han evolucionado de manera independiente desde hace mucho tiempo, desde nuestro último antepasado común, hace más de trescientos millones de años. Pero sucede que algunas aves presentan un cerebro relativamente grande en comparación con el tamaño de su cuerpo, como ocurre en nuestro caso. Es más, en lo concerniente a capacidad intelectual, el tamaño parece tener menos relevancia que el número de neuronas, su ubicación y su interconexión. Y resulta que algunos cerebros aviares tienen cantidades elevadas de neuronas justo donde más importa, con densidades similares a las halladas en los primates y conexiones y relaciones muy similares a las nuestras.⁵ Ello podría explicar por qué algunos pájaros presentan unas capacidades cognitivas tan sofisticadas.

Al igual que el nuestro, el cerebro de las aves está lateralizado; tiene «lados» que procesan distintos tipos de información.⁶ Además, también tienen la capacidad de reemplazar células cerebrales viejas por nuevas en el momento oportuno. Y pese a que el cerebro aviar está organizado de un modo radicalmente distinto al nuestro, comparte con él genes y circuitos neuronales similares y es capaz de proezas que requieren una capacidad cognitiva extraordinaria. A título de ejemplo: las urracas son capaces de reconocer su propia imagen en un espejo, una noción del «ego» que antaño se creía exclusiva de los humanos, los grandes simios, los elefantes y los delfines, y relacionada con un entendimiento social altamente desarrollado.⁷ Las charas californianas emplean tácticas maquiavélicas para ocultar sus escondites de comida de sus iguales, pero sólo si esa comida es a su vez robada.⁸ Estas aves parecen tener una habilidad rudimentaria para saber lo que otra ave «está pensando» y podría decirse incluso que para intuir su perspectiva.⁹ Además, son capaces de recordar qué tipo de alimento han enterrado en cada lugar (y cuándo), lo cual les permite recuperar el bocado antes de que se eche a perder.¹⁰ Esta capacidad para recordar el qué, el dónde y el cuándo de un

evento, denominada memoria episódica, sugiere a algunos científicos la posibilidad de que las charas californianas sean capaces de viajar al pasado mentalmente, un factor clave del tipo de viaje temporal mental que antaño se suponía exclusivamente humano.¹¹

Sabemos que los pájaros cantores aprenden sus canciones tal como nosotros aprendemos el lenguaje y que transmiten dichas melodías en sofisticadas tradiciones culturales que dieron comienzo hace decenas de millones de años, cuando nuestros ancestros primates aún corrían a cuatro patas.¹²

Algunas aves son euclidianas natas, capaces de utilizar pistas geométricas y puntos de referencia para orientarse en el espacio tridimensional, desplazarse por territorio ignoto y localizar tesoros ocultos. Otras son contables por naturaleza. En 2015, equipos de investigación detectaron que los polluelos recién nacidos «mapean» espacialmente los números de izquierda a derecha, tal como hacen la mayoría de los humanos (situando el menos en la izquierda y el más en la derecha).¹³ Ello sugiere que las aves comparten con nosotros un sistema de orientación de izquierda a derecha, una estrategia cognitiva subyacente a la capacidad humana para las matemáticas superiores. Asimismo, las crías de ave entienden la proporción y pueden aprender a elegir un objetivo entre diversos objetos en función de su posición ordinal (tercero, octavo, noveno).¹⁴ Además, son capaces de realizar operaciones aritméticas sencillas, como sumas y restas.¹⁵

El cerebro de las aves puede ser pequeño, pero está claro que supera con creces su peso.

A mí los pájaros nunca me han parecido tontos. De hecho, pocos animales se me antojan más avizores, más vivos en carácter y en facultades y tan imbuidos de un brío perpetuo. Por supuesto, he oído la anécdota del cuervo que intentó abrir a picotazos una pelota de ping-pong, supuestamente convencido de que se trataba de un huevo con comida dentro. Durante unas vacaciones en Suiza, una amiga observó a un pavo real intentando desplegar su ancha cola mientras soplaba el mistral. Volcó, volvió a ponerse en pie, volvió a abrir la cola en abanico y volvió a volcar, unas seis o siete veces seguidas. Cada primavera,

los petirrojos que anidan en nuestro cerezo atacan el retrovisor de nuestro coche, como si fuera un rival, picando con furia en sus propios reflejos mientras vetean la puerta con guano.

Pero ¿quién de nosotros no ha sido víctima en alguna ocasión de su vanidad o se ha convertido en enemigo de su propia imagen?

He observado a los pájaros gran parte de mi vida y siempre he admirado su coraje y su concentración y esa vitalidad firme y rápida que parece imposible de contener en sus diminutos cuerpos. Tal como Louis Halle escribió en una ocasión: «Tal intensidad vital agotaría a cualquier hombre en un breve plazo».¹⁶ Las especies comunes que veía en mi vecindario parecían afrontar el mundo con dinamismo, curiosidad y aplomo. Los cuervos americanos que merodeaban alrededor de nuestros cubos de basura con aire principesco parecían seres ingeniosos. En una ocasión observé a un cuervo apilar dos galletas en medio de una carretera antes de emprender el vuelo hacia un lugar seguro donde devorar su botín.

Un año, un autillo yanqui, una especie de búho, se posó en una caja nido en un arce a escasos metros de la ventana de mi cocina. Durante el día, el autillo dormía y sólo se le veía la redonda cabeza, perfectamente enmarcada en el orificio circular orientado hacia la ventana. Pero, por la noche, abandonaba el nido para salir de caza. Al alba, encontrábamos señas de sus éxitos clamorosos: el ala de una paloma muerta o un pájaro cantor en la entrada al nido, retorciéndose y retorciéndose hasta que finalmente lo arrastraban al interior.

Incluso los playeros rojizos que encontraba en las playas de la bahía de Delaware, que no se caracterizan por ser las aves con más agilidad mental del mundo, parecían saber dónde (y cuándo) estar para disfrutar del banquete de huevas depositadas por los cangrejos herradura cada luna llena durante la primavera. ¿Qué calendario lunar guiaba a aquellos pájaros hacia el norte y les indicaba adónde ir?

Aprendí sobre pájaros de un par de hombres llamados Bill. El primero de ellos fue mi padre, Bill Gorham, quien comenzó a llevarme a avistar aves cerca de nuestro hogar en Washington, D.C., cuando tenía siete u ocho años de

edad. Era la versión de Beltway de la *gökotta* sueca (el acto de madrugar para apreciar la naturaleza) y lo recuerdo como una de las alegrías más palmarias de mi infancia. Los fines de semana primaverales, de buena mañana, salíamos de casa antes del amanecer y nos dirigíamos a los bosques en las riberas del río Potomac para escuchar los coros que acompañaban a la salida del sol, ese momento misterioso en el que las aves cantan con mil voces distintas «una música numerosa como el espacio, pero aledaña al día», tal como la describió Emily Dickinson.

Mi padre adquirió conocimientos ornitológicos de niño, siendo explorador, a través de un señor prácticamente ciego llamado Apollo Taleporos. Aquel anciano se guiaba únicamente por el oído para detectar las especies: parula americana, picafollas coronado, pipilo... «¡Los pájaros están ahí! —les gritaba a los niños—. ¡Id a buscarlos!» Mi padre se hizo experto identificando a las aves por su reclamo, el melódico canto aflautado del zorzal maculado, el suave repiqueteo de la mascarita común o el nítido silbido de un chingolo gorgiblanco.

Mientras vagaba en su compañía por los bosques bajo la luz de las estrellas, oía el canto ronco de unas ratonas carolinenses y me preguntaba qué se estarían diciendo, si es que se decían algo, y cómo aprendían a gorjear. En una ocasión encontré a un joven gorrión de corona blanca aparentemente enfrascado en ensayar sus trinos. Allí estaba, pese a resultar invisible, posado en algún punto de una rama de baja altura de un cedro, repasando con tranquilidad sus silbidos y trinos, equivocándose y repitiéndolos con calma y persistencia, hasta emitir por fin la versión definitiva de su canto. Según averigüé más tarde, este gorrión no sólo deduce sus canciones de las de su padre, sino también de las de las aves de su entorno natal, el mismo entorno de bosques y ríos por el que paseábamos mi padre y yo, un lugar con su propio dialecto transmitido de generación en generación.

Al otro Bill lo conocí en el Sussex Bird Club cuando vivía en Lewes, Delaware. Bill Frech se levantaba y salía de su casa cada día a las cinco de la mañana para pasar entre cuatro y cinco horas observando aves playeras y los pequeños gorriónillos habituales de los bosques y los campos de Lewes. Observador paciente, dedicado e inagotable, Bill tomaba apuntes meticulosos de todos los pájaros que divisaba, y de cuándo, apuntes que acabaron en la

Delmarva Ornithological Society como parte del registro de aves oficial del estado. Aquel Bill estaba prácticamente sordo, pero era un hacha identificando a las aves visualmente, por su impresión general, forma y tamaño. Él me enseñó a detectar a un jilguero canario en pleno vuelo por su forma de descender en picado y a diferenciar a las aves playeras prestando atención a su personalidad, comportamiento y psicología (*Gestalt*), tal como uno identifica a sus amigos desde la distancia por su silueta y sus andares. Me enseñó la diferencia entre «observar aves» de manera informal y hacerlo de un modo más agudo y enfocado, y me alentó a no limitarme a identificar pájaros, sino a apreciar sus acciones y comportamiento.

Las aves que observé durante aquellas y otras excursiones parecían saber lo que hacían. Como el cuclillo piquinegro que un amigo vio posado justo encima de un nido de orugas de librea: el pajarillo esperaba a que las orugas salieran del nido para escalar el árbol y las iba cogiendo con el pico una a una, como si fueran sushi en una cinta transportadora.¹⁷

Pese a ello, nunca imaginé que las urracas y los arrendajos, los carboneros y las garzas, a los que tanto admiraba por su plumaje y su vuelo, por sus cantos y sus reclamos, pudieran tener capacidades mentales equiparables e incluso superiores a las de mi tribu primate.

¿Cómo pueden unos seres con el cerebro del tamaño de una nuez realizar proezas mentales tan sofisticadas? ¿Qué ha conformado su inteligencia? ¿Es igual o distinta de la nuestra? ¿Nos revelan algo sus pequeños cerebros acerca de los nuestros?

La inteligencia es un concepto resbaladizo, incluso en nuestra propia especie, peliagudo de definir y de calibrar. Un psicólogo la describe como «la capacidad de aprender o de sacar provecho de la experiencia».¹⁸ Y otro como «la capacidad de adquirir habilidades»,¹⁹ la misma suerte de definición circular ofrecida por el psicólogo de Harvard Edwin Boring: «La inteligencia es lo que miden los test de inteligencia».²⁰ Tal como Robert Sternberg, exdecano de la Tufts University, comentó de manera ocurrente en una ocasión: «Parece haber tantas definiciones de inteligencia... como expertos a quienes se ha solicitado que la definan».²¹

A la hora de juzgar la inteligencia general de los animales, los científicos pueden evaluar sus capacidades de supervivencia y reproducción en múltiples entornos distintos. Medidas por este rasero, las aves superan a casi todos los vertebrados, incluidos los peces, los anfibios, los reptiles y los mamíferos. Son la única fauna presente prácticamente en todo el planeta. Habitan en todos los rincones del mundo, desde el ecuador hasta los polos, desde los desiertos más bajos hasta los picos más altos, en casi cualquier hábitat, en tierra, mar y en masas de agua dulce. En términos biológicos, tienen un nicho ecológico inmenso.

En tanto que clase, los pájaros pueblan el planeta desde hace más de cien millones de años.²² Son una de las grandes historias de éxito de la naturaleza, pues han ideado nuevas estrategias para sobrevivir, desplegando un ingenio propio y característico que, en ciertos aspectos al menos, parece superar al humano.

En algún punto en la neblina de los tiempos insondables habitó el *überpájaro*, el antepasado común a todos los pájaros, desde el colibrí hasta la garza. Hoy existen unas diez mil cuatrocientas especies distintas de aves, más del doble del número de especies de mamíferos: alcaravanes del Cabo y avefrías europeas, kakapos y milanos, bucerótidos y picozapatos, perdices chucares y chachalacas. A finales de la década de 1990, cuando la comunidad científica calculó la cifra total de aves salvajes en el planeta, determinó que había entre doscientos y cuatrocientos mil millones de ejemplares.²³ Eso representa en torno a entre treinta y sesenta pájaros vivos por persona. En verdad, afirmar que los seres humanos tienen mayor éxito o son más avanzados depende de la definición que demos de tales términos. Al fin y al cabo, la evolución no tiene nada que ver con el avance, sino con la supervivencia. Se trata de aprender a solventar los problemas del entorno, algo que los pájaros han hecho de manera proverbial durante un larguísimo tiempo. De ahí que no deje de sorprenderme que a muchos de nosotros, incluso a los amantes de las aves, nos resulte difícil digerir la idea de que podrían tener una inteligencia que no imaginamos.

Quizá se deba a que son tan distintas de las personas que nos cuesta apreciar plenamente sus capacidades mentales. Las aves son dinosaurios, descendientes de los pocos dinosaurios afortunados y flexibles que

sobrevivieron al cataclismo que aniquiló a sus parientes. Nosotros somos mamíferos, parientes de los tímidos y diminutos animalillos parecidos a musarañas que emergieron de las sombras de los dinosaurios, en gran medida cuando la mayoría de estos seres se habían extinguido. Mientras nuestros parientes mamíferos se ocupaban de crecer, las aves, por el mismo proceso de selección natural, se dedicaban a empequeñecerse. Mientras nosotros aprendíamos a caminar erguidos sobre dos patas, ellas perfeccionaban su ligereza y su vuelo. Mientras nuestras neuronas se ordenaban en capas corticales para generar un comportamiento complejo, las aves concebían una arquitectura neuronal completamente distinta, diferente de la de un mamífero, pero, al menos en ciertos aspectos, igual de sofisticada. Como nosotros, se dedicaban a entender cómo funciona el mundo y, mientras lo hacían, la evolución iba perfeccionando y esculpiendo sus cerebros y otorgando a sus mentes los magníficos poderes que presentan hoy.

Los pájaros aprenden. Resuelven los problemas nuevos a los que se enfrentan e inventan soluciones novedosas para los antiguos, fabrican y utilizan herramientas, saben contar, imitan comportamientos de otras aves y recuerdan dónde dejan las cosas.

E incluso en los aspectos en los que su capacidad mental no es equiparable o parecida a nuestro pensamiento complejo, suele contener semillas de éste, como la intuición, por ejemplo,²⁴ una de nuestras capacidades cognitivas más preciadas, que se ha definido como la aparición súbita de una solución completa sin previo aprendizaje mediante ensayo y error. A menudo conlleva la simulación mental de un problema y una especie de momento «¡eureka!», que se produce cuando la solución deviene aparente en un destello de comprensión. Aún no se ha determinado si las aves tienen intuición, pero determinadas especies parecen entender el fenómeno de la causa y la consecuencia, uno de los bloques de construcción de ésta. Y lo mismo se aplica a la «teoría de la mente», el entendimiento matizado de lo que otro individuo sabe o piensa. Es debatible si las aves poseen esta capacidad, pero individuos de determinadas especies parecen ser capaces de adoptar la perspectiva de otro pájaro o de percibir sus necesidades, elementos esenciales

de la teoría de la mente o cognición. Algunos científicos definen estos bloques de construcción o piedras pasaderas como el sello de la cognición y opinan que podrían ser los precursores de capacidades cognitivas humanas de gran complejidad, como el razonamiento y la planificación, la empatía, la intuición y la metacognición o conciencia de los propios procesos de pensamiento.²⁵

Por supuesto, todos estos factores son medidas humanas de la inteligencia. Nos resulta inevitable comparar otras mentes con la nuestra. Pero las aves poseen también modos de conocimiento que escapan a nuestra comprensión y no por ello podemos descartarlos de un plumazo como meramente instintivos o programados.

¿Qué tipo de inteligencia permite a un pájaro anticipar la llegada de una tormenta lejana? ¿O hallar la ruta hasta un lugar en el que nunca ha estado, aunque se encuentre a miles de kilómetros de distancia? ¿O imitar con precisión los complejos gorjeos de centenares de otras especies? ¿U ocultar decenas de miles de semillas distribuidas en centenares de kilómetros cuadrados y recordar seis meses más tarde dónde las dejó? (Yo suspendería esta suerte de tests de inteligencia tal como las aves podrían suspender los míos.)

Quizá *genio/ingenio* sean unos términos más pertinentes. Comparten raíz con *gen*, derivado de la palabra en latín para «alma compañera presente desde el nacimiento de uno, habilidad o inclinación innatas». Con el tiempo, *genio* se asimiló a una capacidad innata y, finalmente (gracias al ensayo «Genio» publicado por Joseph Addison en 1711), acabó por denotar un talento excepcional, natural o adquirido.

Más recientemente, el *genio* se ha definido, sencillamente, como «hacer bien lo que los demás suelen hacer mal».²⁶ Se trata de una habilidad mental excepcional en comparación con los demás, pertenezcan a la misma especie o a otra. Las palomas tienen un ingenio para orientarse que excede sobremanera el nuestro. Los cenzontles o sinsontes y los cuitlacoques rojizos son capaces de aprender y recordar centenares más de canciones que la mayoría de las

otras especies cantoras. Las charas californianas y los cascanueces comunes tienen una memoria para recordar dónde han dejado las cosas que hace palidecer la nuestra.

En este libro, el *ingenio* se define como el don de saber lo que haces, de «arraigar» en tu entorno, de extraer un sentido a la realidad y hallar un modo de resolver problemas. En otras palabras, como la habilidad de afrontar los desafíos sociales y ambientales con perspicacia y flexibilidad, atributos que muchos pájaros parecen poseer a raudales. A menudo ello implica hacer algo innovador, algo nuevo, como detectar una nueva fuente de alimento o aprender a aprovecharla. Prueba de ello dieron en el Reino Unido los herrerillos, por poner un ejemplo clásico.²⁷ Tanto los herrerillos como los carboneros comunes adquirieron la habilidad de abrir los tapones de cartón de las botellas de leche que se dejaban ante las puertas de los ciudadanos por la mañana para tomarse la espesa nata que se condensaba en la parte superior. (Las aves no digieren los carbohidratos de la leche, sólo los lípidos.) Los herrerillos emplearon por primera vez esta estrategia en 1921, en la población de Swaythling; en torno a 1949, este comportamiento se había constatado ya en centenares de localidades de toda Inglaterra, Gales e Irlanda. Al parecer, los pájaros se habían ido imitando unos a otros y la técnica se había propagado, un ejemplo impresionante de aprendizaje social.

El uso erróneo de la expresión «cabeza de chorlito» a modo de insulto ha acabado por establecerse. Una a una, las diferencias más destacadas entre las aves y nuestros parientes primates más cercanos parecen irse desmoronando: fabricación de herramientas, cultura, razonamiento, capacidad de recordar el pasado y proyectar el futuro, adopción de la perspectiva del prójimo y aprendizaje mutuo. Muchas de nuestras preciadas formas de intelecto, en su globalidad o fragmentado, parecen haberse desarrollado en las aves de manera diferenciada y astuta en paralelo a nuestra evolución.

¿Cómo es posible que así sea? ¿Cómo pueden animales separados por un abismo de trescientos millones de años de evolución poseer estrategias cognitivas, habilidades y capacidades semejantes?

Para empezar, compartimos más biología con las aves de lo que en principio pueda pensarse. La naturaleza es una maestra del bricolaje y aprovecha los fragmentos biológicos que le resultan útiles modificándolos para nuevos fines. Muchos de los cambios que nos separan de otros animales han surgido no mediante la evolución de nuevos genes o células, sino a través de cambios sutiles en el uso de los ya existentes. Esta biología compartida es lo que posibilita utilizar otros organismos como sistemas modélicos para entender nuestro propio cerebro y comportamiento, para estudiar el aprendizaje en el caracol de mar gigante *Aplysia*, la ansiedad en el pez cebrá o el trastorno obsesivo-compulsivo en los border collies.

Asimismo, compartimos con las aves modos similares de afrontar los desafíos de la naturaleza, a los cuales hemos llegado por sendas evolutivas muy distintas. Este fenómeno se denomina evolución convergente y se da de manera incontrolada en el mundo natural. La forma convergente de las alas de las aves, los murciélagos y los reptiles conocidos como pterosaurios es el resultado de los problemas que plantea el vuelo. Para superar los desafíos de filtrar sus alimentos, animales tan distantes en el árbol de la vida como los cetáceos barbados y los flamencos exhiben paralelismos asombrosos tanto en su comportamiento como en la forma de sus cuerpos (grandes lenguas y tejidos pilosos llamados laminillas) e incluso en su manera de orientar el cuerpo mientras se alimentan.²⁸ Tal como señala el biólogo evolutivo John Endler: «Una y otra vez, en grupos sin ningún tipo de relación, encontramos ejemplos de convergencia en la apariencia, la anatomía y el comportamiento, entre otros aspectos.²⁹ ¿Por qué no deberían darse entonces también en la cognición?».

El hecho de que tanto los seres humanos como determinadas especies de pájaros hayan evolucionado hasta presentar cerebros grandes en relación con el tamaño de sus cuerpos sin duda alguna representa una evolución convergente. Y lo mismo sucede con la evolución de los mismos patrones de actividad cerebral durante el sueño y con la evolución de circuitos y procesos cerebrales análogos en el aprendizaje del lenguaje y de las canciones. Darwin describió el canto de las aves como «la analogía más próxima al lenguaje».³⁰ Y tenía razón. Los paralelismos son inquietantes, sobre todo si se tiene en cuenta la distancia evolutiva entre los seres humanos y las aves. Un grupo de doscientos científicos de ochenta laboratorios distintos ha permitido atisbar

recientemente tales paralelismos, gracias a la secuenciación del genoma de cuarenta y ocho pájaros.³¹ Los resultados de su estudio, publicados en 2014, revelaban una actividad genética asombrosamente similar en el cerebro de los humanos al aprender a hablar y de las aves al aprender a cantar, lo cual apunta a que podría existir una suerte de patrón nuclear de expresión genética para el aprendizaje que los humanos comparten con las aves y que ha surgido a raíz de la evolución convergente.

Por todos estos motivos, los pájaros se están convirtiendo en modelos animales maravillosos para entender cómo nuestros cerebros aprenden y recuerdan, cómo creamos el lenguaje, qué procesos mentales subyacen a nuestra resolución de problemas y cómo nos ubicamos en el espacio y en los grupos sociales. Resulta que los circuitos presentes en el cerebro aviar que controlan el comportamiento social son muy parecidos a los de nuestros cerebros, y de su funcionamiento se ocupan genes y sustancias químicas similares. Mediante la investigación de la neuroquímica de la naturaleza social de un pájaro nos proponemos averiguar algo acerca de la nuestra propia. De la misma manera, si somos capaces de entender qué sucede en el cerebro de un ave a medida que va dominando una melodía, podríamos comprender mejor cómo asimilan el lenguaje nuestros cerebros, por qué resulta más difícil dominar un idioma nuevo a medida que pasa el tiempo y quizá incluso cómo evolucionó el habla en un origen. Si logramos entender por qué dos animales tan distintos convergieron en el mismo patrón de actividad cerebral durante el sueño podríamos resolver uno de los grandes misterios de la naturaleza: la finalidad del sueño.

Este libro persigue entender los distintos tipos de genialidad que han posibilitado a las aves ser tan eficaces... y cómo surgieron. Se trata de un viaje único que se aventura en la lejanía hasta las Barbados y Borneo y explora en la cercanía el patio trasero de mi propia casa. (No es preciso viajar a destinos remotos ni contemplar especies exóticas para ser testigo de la inteligencia de las aves. Puede apreciarse por doquier: en los comederos para pájaros, en los parques locales, en las calles de la ciudad y en los cielos

campestres.) Este libro es también un viaje al cerebro de las aves, hasta las células y las moléculas que conducen su pensamiento y, en ocasiones, el nuestro.

Cada capítulo narra la historia de aves con unas capacidades o habilidades extraordinarias, tanto técnicas como sociales, musicales, artísticas, espaciales, inventivas y adaptativas. Unas cuantas de entre ellas son especies exóticas; las otras son más comunes. Descubrirá que miembros de las familias de los córvidos y los loros, de una inteligencia suprema, aparecen de manera reiterada a lo largo de estas páginas, como también lo hacen el gorrión y el pinzón, la paloma y el carbonero. Me interesan tanto los individuos más corrientes como los Einstein del mundo pajaril. Podría haber elegido a otras especies como protagonistas, pero elegí éstas por una sencilla razón: relatan historias magníficas, historias que alumbran lo que podría acontecer en la mente de un pájaro cuando resuelve los problemas que lo circundan y que quizá también nos aporten una cierta perspectiva de lo que sucede en nuestra propia mente. Todas estas aves expanden nuestra idea de lo que significa ser inteligente.

El último capítulo analiza la astucia adaptativa de determinadas aves. Apenas unas cuantas de ellas poseen esta genialidad. Los cambios en el entorno, especialmente los provocados por el ser humano, obstaculizan las vidas de muchas de ellas y perturban sus aplicados métodos de aprendizaje. Un informe reciente procedente de Audubon nos revela que la mitad de las especies de pájaros de Norteamérica, desde el chotacabras cuerporruín hasta el elanio maromero, el colimbo grande, el pato cuchara, el caradrino o el gallo de las Rocosas, podrían extinguirse en el próximo medio siglo por un motivo: porque no son capaces de adaptarse al ritmo acelerado de los cambios inducidos por el ser humano en el planeta.³² ¿Qué aves sobrevivirán y por qué? ¿En qué sentido somos los seres humanos una fuerza evolutiva que selecciona un tipo concreto de ave o de inteligencia aviar?

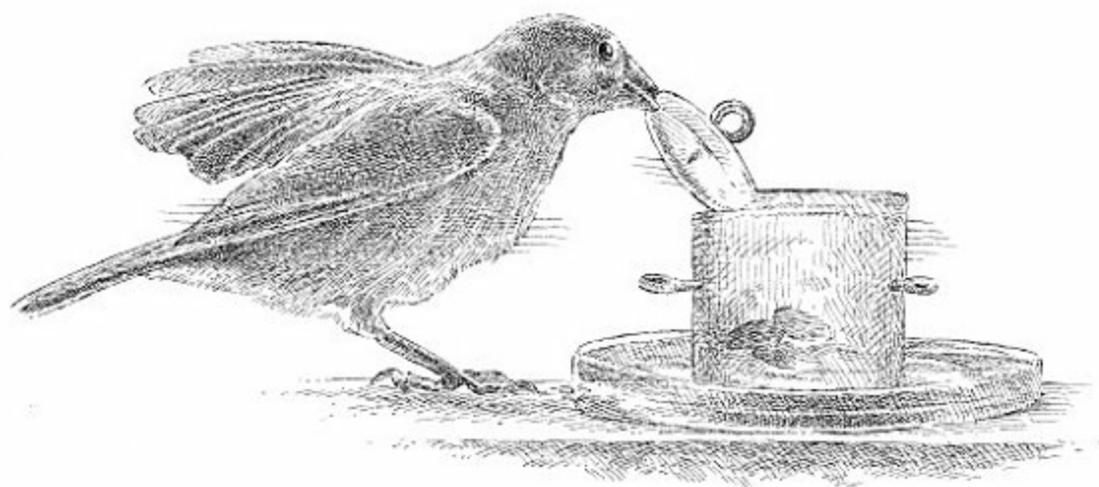
* * *

La comunidad científica aborda estos enigmas desde perspectivas muy distintas. Algunos científicos están levantando la tapa al cerebro de las aves, empleando técnicas modernas para comprobar qué sucede en los circuitos

neuronales de un ave cuando reconoce un rostro humano, para prestar atención a células cerebrales sueltas a medida que un pájaro cantor aprende su gorjeo o para comparar los neuroquímicos de las aves más sociables con los de las solitarias. Otros están secuenciando y cotejando los genomas de los pájaros para determinar los genes que intervienen en comportamientos complejos como el aprendizaje. Los hay que acoplan geolocalizadores diminutos al dorso de aves migratorias para sondear sus viajes y sus mentes cartográficas. Todos ellos observan, etiquetan, miden, realizan infatigables observaciones y preparan con esmero experimentos de gran magnitud, algunos de los cuales acaban fracasando y deben reconfigurarse porque los sujetos a los cuales pretendían estudiar son demasiado recelosos o intratables. En suma, estos científicos exploran el cerebro y el comportamiento de las aves de modos extraordinarios y complejos, en ocasiones incluso heroicos.

En este libro, en cambio, las protagonistas de las historias son las propias aves. Albergo la esperanza de que, cuando acabe de leer estas páginas, el lector contemple con otros ojos al carbonero y al cuervo, al cenizote y al gorrión, de que los conciba más como los inteligentes compañeros de viaje que son, seres emprendedores, ingeniosos, astutos, juguetones y perspicaces que se cantan entre sí con «acento», que adoptan complejas decisiones de navegación sin pedir indicaciones, que recuerdan dónde depositaron sus reservas de alimentos sirviéndose de puntos de referencia y de la geometría, que roban dinero y comida, y que entienden el estado mental de otros individuos.

Es innegable que existe más de un modo de cablear un cerebro inteligente.



DEL DODO COMÚN AL CUERVO

Mentes aviares de distinta medida

Hace frío en el bosque y reina la oscuridad. Hay un silencio sepulcral, tan sólo interrumpido por el esporádico reclamo de un pájaro procedente de algún punto inconcreto en el espeso dosel arbóreo que nos cubre, un mosaico de verdes esmeralda, líquen, aguacate y un verde oscuro y cobrizo, casi iridiscente. Nos encontramos en un típico bosque tropical montañoso en la isla de Nueva Caledonia, una lengua de tierra tropical y remota en el sudoeste del Pacífico, a medio camino entre Australia y las Fiyi. El Parc des Grandes Fougères debe su nombre a los gigantescos helechos arborescentes que se elevan hasta una altura de siete pisos e imprimen a esta selva un carácter auténticamente primigenio. El sendero por el que avanzo asciende un trecho para luego descender en picado hacia un arroyo, donde los trinos y los gorjeos de los pájaros se intensifican.

He viajado a esta isla para contemplar al que podría considerarse el pájaro más inteligente del mundo, el cuervo de Nueva Caledonia (*Corvus moneduloides*), un miembro de la común familia córvida, cuya inteligencia dista mucho de ser común. Quien se encargó de dar fama a esta especie fue *Betty*, aquella hembra que hace unos años pareció doblar de manera espontánea un trocito de alambre para formar con él un gancho y poder agarrar una comida que quedaba fuera de su alcance. Y más recientemente se le ha sumado una suerte de cuervo mago apodado *007*, que alcanzó el estrellato en 2014 cuando la BBC filmó la celeridad con la que resolvió un complicado rompecabezas de ocho pasos.¹

El creador del puzle fue Alex Taylor, un profesor sénior de la Universidad de Auckland, en Nueva Zelanda.² Consistía en ocho fases diferenciadas, cada una de ellas integrada por varias cámaras especiales y «cajas de herramientas» que contenían palos y piedras, todo ello dispuesto sobre un mantel. El pájaro 007 había visto las distintas piezas del rompecabezas, pero nunca en aquella configuración concreta. Para acceder al taco de carne que había en la última cámara, tenía que resolver los pasos del rompecabezas en el orden correcto.

En el vídeo, un ave oscura y bella (con un nombre atinado) entra volando en plano, se posa en una percha y dedica unos instantes a analizar la situación. Luego sube aleteando hasta una rama que sostiene un palo colgando de una cuerda: el primer paso del puzle. Va subiendo el palito, tirando poco a poco de la cuerda, hasta que consigue agarrarlo con el pico. Se deja caer de la percha al mantel, salta por encima de la cámara de comida y utiliza el palo para introducirlo en el profundo orificio horizontal de ésta con el fin de hacerse con el premio. Pero el palo es demasiado corto, de manera que, en su lugar, lo usa para extraer tres piedras de tres cajas distintas, que lanza de una en una por un agujero situado en la parte superior de una cámara en cuyo interior hay un palo más largo equilibrado sobre un balancín. El peso de las tres piedras inclina el balancín y libera el palo más largo, que el cuervo agarra con el pico para sacar su comida haciendo palanca.

Se trata de un proceso asombroso, que el cuervo completa en sólo dos minutos y medio. Lo verdaderamente inteligente es que el rompecabezas exige entender que una herramienta puede utilizarse no para conseguir el alimento directamente, sino para obtener otra herramienta que ayude a acceder a él. El hecho de dirigir de manera espontánea una herramienta a un objeto que no sea comida pero al que se considere útil para hacerse con otra herramienta (el llamado «uso de metaherramientas») sólo se ha comprobado en seres humanos y grandes simios.³ «Esta prueba sugiere que los cuervos poseen un entendimiento abstracto de para qué sirve una herramienta», afirma Taylor.⁴ Además, esta labor exige memoria de trabajo o funcional, es decir, la capacidad de retener en la mente hechos o pensamientos y manipularlos durante un breve lapso, de unos cuantos segundos, mientras se resuelve un problema. La memoria de trabajo es lo que nos permite recordar el libro que

buscamos en una estantería o memorizar un número telefónico mientras sacamos un trozo de papel donde anotarlo. Es un componente esencial de la inteligencia, que este cuervo parece poseer a espaldas.

De algún punto del arroyo me llega el graznido de un cuervo de Nueva Caledonia, o quizá se trate de dos de ellos comunicándose; no se diferencia demasiado del de un cuervo americano, salvo por el hecho de que parece reproducirse a la inversa. Es frecuente que el contacto con las aves se produzca de este modo, como si fueran voces incorpóreas. El grave y lastimero *bubú* en la distancia podría ser la pequeña sirena de niebla verde de un tilopo de Nueva Caledonia, un pájaro exótico parecido a un arlequín con rayas horizontales en tonos blanco y verde en las alas y la cola. Pero el dosel arbóreo es tan espeso que no atino a distinguir a ningún pájaro.

El sol se oculta tras una nube y el bosque se oscurece. De súbito, del sotobosque me llega un extraño siseo sibilante. Me asomo al calvero. El siseo se aproxima. Y entonces, de entre la sombra verdosa, aparece una gran ave de color pálido que se dirige corriendo hacia mí como un espíritu liberado de la tierra, un híbrido entre un pájaro y un fantasma. Se parece a una garza, con una altura hasta mi rodilla y una cresta de cacatúa, pero es de color gris ahumado; es un kagú (*Rhynochetos jubatus*), un ave que no vuela, la única representante de su familia y uno de los cien pájaros más raros que existen.

Yo buscaba un ave de una inteligencia suprema frecuente en esta zona del mundo y, de repente, topé con un pájaro extrañísimo al que parecía... cómo decirlo... faltarle un hervor. El kagú está amenazado de extinción; su población se estima en varios centenares. Y no me extraña, pensé. ¿Qué pájaro corre *hacia* un posible depredador?

En cierto sentido, el kagú parece el antónimo del cuervo, un representante del extremo opaco del espectro de la inteligencia. ¿Cómo puede este animal pertenecer a la misma clase filogenética que los ingeniosos cuervos? Ambas aves habitan en la misma isla remota. ¿Son acaso los cuervos de Nueva Caledonia anomalías evolutivas, desviaciones hiperinteligentes que han

avanzado mucho más que sus semejantes con plumas? ¿O sencillamente se sitúan en el extremo superior del continuo de la inteligencia de las aves? Y en la misma línea, ¿es realmente tan bobo el kagú?

Es evidente que no todas las aves son igual de inteligentes o capaces, al menos por lo que sabemos hasta la fecha. Las palomas, por ejemplo, no son buenas en las tareas que les exigen abstraer una regla general para resolver problemas similares, una habilidad que los cuervos asimilan con facilidad. En cambio, la humilde paloma es sabia en otros aspectos: es capaz de recordar centenares de objetos distintos durante lapsos prolongados, discriminar entre diversos estilos pictóricos y determinar adónde se dirige, incluso cuando se la desplaza de su territorio familiar varios cientos de kilómetros. Aves playeras como los caradrinos, los correlimos tridáctilos y los escolopácidos no dan muestras de «aprendizaje perceptivo», esa comprensión de las relaciones que permite a aves como el cuervo de Nueva Caledonia utilizar herramientas o artilugios fabricados por el hombre que recompensan su ingenio con comida. Aun así, un ave playera, el frailecillo silbador, es un maestro del arte dramático, capaz de desviar a los depredadores de sus nidos poco profundos y expuestos fingiendo tener un «ala herida».

¿A qué se debe que unas aves sean más inteligentes que otras? Más aún, ¿cómo se mide la inteligencia de las aves?

Con el fin de explorar tales cuestiones viajé hasta un lugar situado a medio mundo de distancia de Nueva Caledonia: la isla caribeña de Barbados, donde hace más de una década Louis Lefebvre inventó la primera escala para medir la inteligencia de las aves.⁵

Lefebvre, biólogo y psicólogo comparativo en la Universidad McGill, ha dedicado toda su carrera a investigar la naturaleza de la mente de los pájaros y determinar cómo medir su inteligencia. Un invierno no demasiado lejano acudí a verlos a él y a sus pájaros al Bellairs Research Institute, una mezcla de cuatro edificios pequeños situados cerca de Holetown, en la costa oeste de Barbados, donde Lefebvre lleva a término sus estudios. El instituto es una pequeña finca que el comandante Carlyon Bellairs, un político y oficial naval británico, legó a McGill en 1954 para que se utilizara como estación de

investigación marina. En la actualidad, pocos investigadores emplean el lugar, además de Lefebvre y su equipo. Pese a que corría el mes de febrero, en plena estación seca en Barbados, caían con frecuencia aguaceros monzónicos que anegaban el patio interior del instituto y formaban charcos en las cuevas y depresiones de la terraza de Seabourne, el edificio residencial azotado por el mar Caribe en el que Lefebvre se hospeda mientras realiza sus investigaciones.

Con sesenta y tantos años, una sonrisa fácil y una mata de cabello moreno canoso rizado, Lefebvre se formó bajo la tutela del biólogo evolutivo Richard Dawkins. En un primer momento estudió el aseo en los animales, un comportamiento innato, «programado»; en la actualidad pretende desentrañar el comportamiento más complejo de las aves: cómo piensan, aprenden e innovan, y para ello se sirve de las debiluchas especies de pájaros que pueblan su propio patio trasero en Barbados.

A diferencia de Nueva Caledonia, Barbados no es el mejor lugar donde decidirse a cambiar de vida. Comparada con la diversidad exuberante de la mayoría de los trópicos, la isla decepciona. Se caracteriza por una «avifauna marcadamente pauperizada», como dicen los expertos, con sólo treinta especies nidificadoras autóctonas y siete especies introducidas.⁶ En parte, ello se debe a la naturaleza física del lugar.⁷ Barbados, un diminuto montículo de baja altura hecho de joven piedra caliza de coral situado al este de la principal cadena del archipiélago de las Antillas Menores, es demasiado llana para la selva tropical y demasiado porosa para que se formen ensenadas y ciénagas. A ello se suma que, en los últimos siglos, los campos naturales de la isla, sus bosques y su maleza han sido sustituidos por plantaciones de caña de azúcar. En la actualidad, Barbados está fuertemente urbanizada con poblaciones e instalaciones para el turismo. A través de las ventanillas abiertas de los autobuses pintados que conectan los hoteles con las playas llegan melodías de estilo calipso. Aquí prosperan las escasas especies aviares que, en lugar de retroceder, avanzan frente a esta expansión humana. Para el ornitólogo que pretenda avistar especies raras como el kagú, Barbados es un páramo. Pero si lo que uno ansía es contemplar las aves haciendo cosas inteligentes y encantadoras, es un auténtico paraíso.

«La docilidad de las aves en este lugar facilita hacer experimentos», afirma Lefebvre. La amplia terraza de piedra de su apartamento, por ejemplo, es una especie de laboratorio informal donde zenaidas caribeñas (las palomas de Barbados) y zanates caribeños merodean a la espera de acción. Los zanates (apropiadamente llamados *Quiscalus lugubris*) son unas aves con el pelaje negro brillante y ojos amarillo intenso, más pequeñas que la variedad estadounidense de cola ancha, el zanate marismeño, y más compactas. Saben que Lefebvre es el «tipo de las bolitas y el agua», tal como él mismo se describe, y recorren la terraza como clérigos impacientes, a la espera de que les dé de comer y beber. Lefebvre vacía un cazo de agua en la terraza, formando un pequeño charco, y lanza unas cuantas bolitas duras de comida para perros en la zona seca. Los zanates agarran una bolita con el pico y se dirigen pavoneándose hasta el charco, la sumergen con ceremonia y delicadeza en el agua y, una vez reblandecida, alzan el ala para comérsela.

Más de veinticinco especies de aves remojan los alimentos que encuentran en la naturaleza por algún motivo, sea para eliminar la suciedad o sustancias tóxicas, para ablandar los duros o secos, o para alisar el pelaje o el plumaje de una presa difícil de tragar (se ha visto a un cuervo de Torres remojando un gorrión muerto). «Es un comportamiento de protoherramienta, una suerte de procesamiento de los alimentos», explica Lefebvre. Al remojarla, la bolita resulta más fácil de deglutir. «En una ocasión remojé previamente las bolitas y entonces ellos no las mojaron. Sí que se dirigieron caminando hasta el charco, pero no las sumergieron en el agua. Así que saben lo que hacen.»

En el caso de los zanates caribeños, remojar la comida es un comportamiento poco habitual porque podría ser peligroso.⁸ «Nuestros estudios demuestran que entre el ochenta y el noventa por ciento de estos zanates son capaces de hacerlo, pero sólo lo hacen si las circunstancias son propicias —explica Lefebvre—, tras tomar en consideración la calidad de los alimentos, las condiciones sociales y qué otros animales de los alrededores podrían competir con ellos por la comida o robársela.» Cuanto más tiempo tardan en procesar el alimento, más riesgo corren de que se lo roben otros zanates que se dedican a gorronear o hurtar comida. «Remojar los alimentos tiene un elevado coste», explica. Los competidores saquean hasta el quince

por ciento de los alimentos. «Existe un porcentaje de riesgo/beneficio, y las aves son lo bastante inteligentes como para determinar cuándo merece la pena arriesgarse.»⁹ Y eso es un comportamiento inteligente medido por cualquier rasero.

Los científicos que estudian los animales tienden a evitar el término *inteligencia*, debido a las connotaciones humanas que comporta, me explica Lefebvre. En su *Investigación sobre los animales*, Aristóteles escribió que los animales presentan elementos de nuestras «cualidades y actitudes humanas», como «docilidad o ferocidad, dulzura o aspereza, coraje o cobardía, temor u osadía, apasionamiento o malicia, y en el plano intelectual una cierta sagacidad». En cambio, si en la actualidad osas sugerir que las aves poseen algo similar a la inteligencia, la conciencia y las sensaciones subjetivas humanas, pueden acusarte de antropomorfizar o interpretar el comportamiento de un pájaro como si fuera un ser humano vestido con plumas. Proyectar nuestra propia experiencia sobre la naturaleza de otros animales es un impulso humano muy natural, pero puede descarriarnos, y en efecto nos descarría. Las aves, como los seres humanos, pertenecen al reino *Animalia*, al filo de los *Chordata* y al subfilo *Vertebrata*. Aquí concluye la ascendencia común. Los pájaros pertenecen a la clase *Aves*, mientras que nosotros somos *Mammalia*. Y tal ramificación encierra una montaña de diferencias biológicas.

Pero ¿no sería un error dar por consabido que, puesto que las aves y sus cerebros son fundamentalmente distintos de nosotros y nuestros cerebros, no compartimos ninguna capacidad mental con ellas? Denominamos nuestra especie *Homo sapiens*, el sabio, para diferenciarnos del resto de los seres vivos. No obstante, en *El origen del hombre*, Darwin exponía que la diferencia entre la capacidad mental de los animales y los seres humanos era un tema exclusivo de grado, no de clase.¹⁰ Para Darwin, incluso las lombrices de tierra «muestran cierto grado de inteligencia» por su manera de arrastrar agujas de pino y materia vegetal para tapar sus madrigueras con el fin de protegerse de los célebres «pájaros madrugadores».¹¹ Por tentador que pueda resultar interpretar el comportamiento de otros animales en atención a los procesos mentales humanos, tal vez resulte aún más atractivo negar toda

posibilidad de parentesco. El primatólogo Frans de Waal ha bautizado este fenómeno como «antroponegación», la incapacidad de detectar características similares a las de los humanos en otras especies. «Los antroponegadores intentan erigir un muro de ladrillo que separe al ser humano del resto del reino animal», afirma De Waal.¹²

En cualquier caso, defiende Lefebvre, «hay que ser escrupuloso con el lenguaje». Así, Lefebvre apunta a un estudio publicado recientemente sobre la empatía en los ratones y a otro acerca de los viajes mentales en el tiempo de las aves, que en ambos casos levantaron cejas y dudas. «No pongo en tela de juicio los experimentos: son sólidos y no antropomorfizan —explica—. Pero quizá nos excedemos en las palabras que utilizamos para describir los acontecimientos.»

Al igual que Lefebvre, la mayoría de los científicos que estudian las aves prefieren el término *cognición* a *inteligencia*. La cognición animal suele definirse como un mecanismo mediante el cual un animal adquiere, procesa, almacena y utiliza información.¹³ Normalmente alude a los mecanismos involucrados en el aprendizaje, la memoria, la percepción y la toma de decisiones. Existen formas de cognición denominadas «superiores» e «inferiores». Por ejemplo, la percepción, el razonamiento y la planificación se consideran habilidades cognitivas de alto nivel. Entre las habilidades cognitivas de bajo nivel figuran la atención y la motivación.

Existe menos consenso en torno a qué forma adopta la cognición en la mente de un ave. Algunos científicos sugieren que las aves poseen distintos tipos de cognición —espacial, social, técnica y vocal—, los cuales no están necesariamente entrelazados. Un ave puede ser inteligente espacialmente y, en cambio, no estar dotada para resolver problemas sociales.

Este planteamiento concibe el cerebro como un paquete de procesadores especializados diferenciados o «módulos», zonas delimitadas adaptadas y consagradas a una finalidad concreta, como el circuito de aprendizaje de un pájaro cantor o el de orientación espacial.¹⁴ En esencia, la información contenida en cada módulo «no está disponible» en los demás módulos. Lefebvre, por el contrario, defiende la existencia de una suerte de cognición

general, o sea, un procesador polivalente distribuido de manera desorganizada y cuyo fin es resolver problemas en distintos ámbitos, y señala que cuando un ave presenta un nivel avanzado en una medición cognitiva, suele presentarlo también en otras.¹⁵ «Cuando un animal resuelve un problema —explica—, es probable que distintas áreas de su cerebro participen en un entramado de interacciones.»

De acuerdo con Lefebvre, algunos científicos partidarios de la teoría de los módulos están empezando a inclinarse por esta otra perspectiva, a medida que nuevos estudios demuestran que ciertas aves podrían utilizar mecanismos cognitivos generales para solventar problemas de distinta índole. Por ejemplo, explica, la inteligencia social en algunos pájaros parece ir de la mano de la memoria espacial o la memoria episódica, es decir, de la capacidad para recordar qué ocurrió, dónde y cuándo.

Existe un debate paralelo en torno a la inteligencia humana. La mayoría de los psicólogos y neurocientíficos concuerdan en que hay distintos tipos de inteligencia humana: emocional, analítica, espacial, creativa y práctica, por mencionar sólo unos cuantos. Sin embargo, continúan debatiendo si dichos tipos son independientes o están correlacionados. En su teoría de las «inteligencias múltiples», el psicólogo de Harvard Howard Gardner identifica ocho tipos de inteligencia y apunta a que son independientes. Se trata de la inteligencia corporal, lingüística, musical, matemática o lógica, naturalista (sensible al mundo natural), espacial (saber dónde se encuentra uno mismo con relación a una ubicación fija), interpersonal (percibir y sintonizar con el prójimo) e intrapersonal (entender y controlar las emociones y pensamientos propios). Un listado fascinantemente similar al del mundo aviar: basta pensar en el uso acrobático que hace el colibrí de su propio cuerpo, en el asombroso talento del cucarachero coliliso para los duetos musicales o en el don de las palomas para orientarse.¹⁶

Otros científicos defienden que los seres humanos cuentan con una especie de inteligencia general, polifacética, conocida como el «factor g». Un grupo de cincuenta y dos investigadores formado para estudiar este asunto hace unos años concluyó en efecto: «La inteligencia es una capacidad muy

general que, entre otras cosas, implica la habilidad de la persona para razonar, planear, solucionar problemas, tener pensamiento abstracto, entender ideas complejas, aprender con rapidez y aprender de la experiencia». ¹⁷

Si definir la inteligencia de las aves es problemático, medirla quizá resulte aún más arduo. «Lo cierto es que la concepción de una batería de pruebas para medir la cognición continúa estando en mantillas», explica Lefebvre. No existe un test de cociente intelectual estándar para las aves. De ahí que los científicos se esfuercen por concebir rompecabezas para pájaros que revelen sus habilidades cognitivas, y para ello comparen el rendimiento de distintas especies, así como de distintos individuos de la misma especie.

Un anodino pajarillo marrón barbadense desempeña un papel crucial en las investigaciones recientes de Lefebvre. Mientras permanezco sentada tomando notas en el porche trasero del apartamento de Lefebvre con vistas a un mar azul celeste, unos pajarillos marrones revolotean entre las ramas de los pinos australianos y los caobas cercanos. Se posan en la barandilla de la terraza. Observo a uno que se ha detenido al alcance de mi mano. Gira sobre sí mismo, agacha la cabeza y se me queda mirando. «¿A qué viene tanto interés?», parece preguntarme. «A que eres célebre por estos lares por ser un animalillo muy listo y por tus estrategias de hurto, además de por haber descubierto una nueva fuente alimentaria.»

Loxigilla barbadensis: estos semilleros son los gorriones típicos de Barbados, explica Lefebvre. Antes de que se parapetara el edificio con pantallas para proteger a los inquilinos de la fiebre del dengue, los semilleros se colaban por las ventanas o puertas del apartamento que Lefebvre dejaba abiertas para que entrara la brisa marina y arrasaban con los plátanos que había en la encimera de la cocina o birlaban trozos de pan o pastel. Sin embargo, si han alcanzado el estrellato es gracias a su hallazgo de una nueva fuente alimentaria en los restaurantes al aire libre que bordean el mar Caribe. Más tarde, Lefebvre me muestra el truco que emplean estas aves para alimentarse. En un callejón angosto entre dos clubes situados en la fachada marítima de Hometown hay un muro de piedra que rodea una mansión de estilo paladino junto al mar. Lefebvre coloca un sobrecillo de azúcar sobre una roca

y luego alinea otros cuatro a lo largo del muro. Un semillero tarda apenas unos segundos en encontrar el tesoro. Se posa en el muro e investiga el pequeño saquito de papel blanco, le da la vuelta, al parecer para inspeccionarlo en busca de agujeros, y luego se lo lleva hasta una rama de un árbol cercano. En menos de treinta segundos ha conseguido perforar el papel y se come el azúcar: cristalitos blancos recubren su pequeño pico cual churretes de leche alrededor de la boca de un niño. Es un talento exclusivo que no dominan las otras especies enclenques que han convertido esta isla en su hogar. Este semillero sabe lo que hace. Es osado, descarado y rápido en su búsqueda de nuevas fuentes de alimento.

Fue aquí, en la tierra de los semilleros, donde Lefebvre estableció una escala de inteligencia a partir de la idea de que las aves inteligentes innovan. Como el semillero de Barbados y los carboneros que espuman la nata de las botellas, estos pájaros hacen cosas nuevas. Las aves con un cerebro menos desarrollado mantienen sus rutinas y rara vez inventan, exploran o se adentran en lo desconocido.

Resulta que el semillero barbadense tiene un doble más lerdo en la isla, un pariente muy cercano, el semillero bicolor (*Tiaris bicolor*), que permite hacer comparaciones fascinantes. Ambos pájaros son casi idénticos, salvo por un aspecto. En el espectro de la inteligencia, el semillero de Barbados aprende rápido, mientras que, en comparación, su especie hermana es lenta y más aplicada que brillante. El contraste entre ambas especies comunes en su patio trasero ha proporcionado a Lefebvre una ventana a través de la cual explorar la naturaleza de la mente de los pájaros.

«Estos dos pájaros son prácticamente gemelos genéticos con un mismo ancestro, del cual es probable que divergieran hace sólo un par de millones de años —explica Lefebvre—. Ambos habitan en el mismo entorno. Ambos son territoriales y comparten el mismo sistema social.» La única diferencia es que el semillero de Barbados es inteligente, intrépido y aprovechado, y el semillero bicolor es receloso, profundamente conservador y asustadizo.

El origen evolutivo del semillero de Barbados puede ser revelador. Cuando la especie llegó a Barbados, se diferenció del colorido semillero de las Antillas Menores. En esa especie, machos y hembras presentan una coloración dimorfa: las hembras son de color marrón liso, mientras que los

machos lucen un plumaje de un bello color negro con el cuello de un vistoso color rojo seleccionado sexualmente. Aquí, en Barbados, los semilleros son monomorfos: ambos géneros presentan un marrón igual de neutro.

«Una explicación para este cambio evolutivo es que en Barbados no había los alimentos con base carotenoide que permitían a los pájaros producir los rojos y el amarillo del plumaje —explica Lefebvre—. Con todo, se ha descubierto que el plumaje rojo de esta ave no requiere carotenoides. Es posible que las hembras estén seleccionando aparearse teniendo en consideración otros aspectos, en lugar de las plumas. Quizá prefieran a los machos que buscan fuentes alimentarias innovadoras, como los azucarillos.»¹⁸ Dicho de otro modo, quizá a las hembras del semillero de Barbados les gusten los machos inteligentes.

«No conozco a ningún otro par de especies estrechamente relacionadas que sean tan similares y, sin embargo, tan diferentes en su oportunismo y estrategias de búsqueda de comida», añade Lefebvre. En una pequeña extensión de bosque y campos en el Folkestone Marine Park, ofrece un experimento informal para corroborar su afirmación. Hay varios semilleros bicolor a la vista, curioseando en la hierba a unos treinta metros de distancia, alimentándose de semillas. Hay otros pájaros en los árboles, pocos, algo más lejos. Lefebvre arroja un puñado de alpiste y se sienta en cuclillas en la hierba. Los zanates son los primeros en darse cuenta. En menos de medio minuto se reúnen a su alrededor formando una ruidosa bandada. Sus graznidos atraen a las palomas, a otros zanates y a escuadrones de semilleros. Los semilleros de Barbados no se han movido. Han seguido con la cabeza gacha, prestando toda su atención a sus pequeñas parcelas de hierba. Lefebvre baja la voz y, con un acento marcadamente británico, susurra: «Un resultado perfecto, como si estuviera coreografiado, con David Attenborough* ocultándose bajo las alas». Y en una imitación extraordinaria del famoso naturalista, añade: «Esta ave hace cosas *asombrosas*...».

Se pone en pie de súbito y señala hacia los semilleros bicolor. «Ni un ápice de aprovechamiento —comenta—. No los atraen ni el alpiste ni los pájaros que se alimentan de él. Sencillamente, no les interesa buscar fuentes de alimento alternativas.»

Durante quince años, Lefebvre no prestó atención a los semilleros bicolor porque le parecían simple y llanamente aburridos. Sin embargo, en la actualidad representan una pareja experimental perfecta con la que cotejar al semillero de Barbados debido a su proximidad genética.

«¿Por qué se comporta así el semillero bicolor? —se pregunta Lefebvre—. Tiene el mismo genotipo ancestral que el semillero de Barbados y habita en el mismo entorno. ¿Qué explica que tenga una aproximación tan distinta a la comida?» ¿Por qué un ave es mucho más atrevida, inteligente y oportunista que la otra?

«Los estudios realizados demuestran que las especies que difieren en la ecología alimentaria también difieren en la capacidad de aprendizaje y en la estructura cerebral subyacente a éste», explica Lefebvre. De manera que en primer lugar propone un experimento que plantea a ambos pájaros tareas para medir sus habilidades cognitivas básicas. Es un paso más en el cotejo del comportamiento natural que los científicos observan sobre el terreno con las diferencias que pueden analizar en el laboratorio.

No es una tarea fácil. El mero hecho de atrapar a semilleros bicolor es todo un desafío. Lefebvre utiliza jaulas trampa para cazar semilleros de Barbados, pero en sus veinticinco años de trabajo en esta región no ha conseguido atrapar a ni un solo semillero bicolor en una de ellas: son demasiado recelosos. De manera que el equipo emplea redes de niebla para capturar a los individuos que somete a investigación.

«Se trata de urdir algo que los semilleros bicolor estén dispuestos a hacer —continúa Lefebvre—. Son tan asustadizos que si el aparato que se utiliza en el experimento es un poco raro, se niegan a participar.» Sobre el terreno, una de las alumnas de posgrado de Lefebvre, Lima Kayello, ha calculado el lapso que tardan ambas especies en alimentarse de un vaso abierto de alpiste. Los semilleros de Barbados encuentran esa nueva fuente alimenticia en unos cinco segundos, indica Kayello. Los semilleros bicolor tardan cinco días. «Es fácil de entender: una tapa de yogur con semillas se les antoja algo demasiado extraño», añade Kayello.

En cuanto a los experimentos cognitivos, Kayello presenta a ambas especies algo que nunca han visto: un pequeño cilindro transparente de comida con una tapa de quita y pon. Kayello cronometra cuánto tardan las aves en

acercarse al recipiente, establecer contacto con él y, finalmente, retirar la tapa y comerse el alpiste. El rendimiento varía, incluso entre los semilleros de Barbados. Uno de ellos revolotea alrededor de la pajarera durante varios minutos y luego se cuelga como un murciélago de la percha inferior durante varios minutos más, hasta que finalmente se aventura a acercarse al aparato y abrirlo. En total, tarda ocho minutos en resolver el problema. Un segundo pájaro acude directamente al nuevo artilugio y lo abre casi de inmediato. «¡Buen chico!», exclama Kayello. Tiempo invertido en ensayar: siete segundos.

De los treinta semilleros de Barbados a los que Kayello sometió a examen, veinticuatro resolvieron la tarea obstaculizadora de apartar la tapa.¹⁹ Ni uno solo de los quince semilleros bicolor estudiados se acercó siquiera al cilindro.

Algunos semilleros, como el segundo que hemos mencionado, parecen capaces de determinar cómo solucionar el problema rápidamente, con escasos intentos. ¿Es ello acaso muestra de intuición? Lefebvre no lo cree. En un estudio comparable, su alumna de posgrado Sarah Overington examinó cada picotazo que daba un zanate en una prueba similar consistente en resolver un problema.²⁰ Tras escudriñar centenares de horas de vídeos, Overington observó que los pájaros exhibían dos tipos de picotazo. El primero era un intento de llegar directamente a la comida; el segundo consistía en picotear en el lado, cosa que hacía que la tapa se moviera y les daba la pista de continuar picoteando para desplazarla. Incluso la reacción visual o táctil más nimia puede guiar al ave. «Si se tratara de intuición —comenta Lefebvre—, cabría esperar una solución repentina al problema, una especie de “¡eureka!”.» Se trata más bien de un aprendizaje mediante ensayo y error, una habilidad cognitiva «inferior».

Lo destacable es que comportamientos que parecen extraordinarios o inteligentes pueden derivar de procesos sencillos o reflejos.

Un ejemplo fascinante de ello es el vuelo en bandada, como parte del cual aves u otros animales se mueven aparentemente al unísono, en ocasiones en grandes números. En una ocasión salí al patio atraída por una cacofonía de

mirlos que se posaron en nuestro cerezo como flores negras que trinaban y gorjeaban. De súbito, la sombra de un halcón los sobrevoló y los mirlos alzaron el vuelo casi al instante y huyeron arremolinándose en el aire. Observé la resplandeciente nube oscura que formaron recortándose contra el cielo, mientras giraban, se arremolinaban y se desplazaban en movimientos intrincados con la cohesión de un único organismo, una estrategia eficaz para disuadir a un depredador como un halcón. El magnífico naturalista Edmund Selous, que sentía pasión por los pájaros y los observó con fervor científico, atribuía el fenómeno del vuelo en bandada a la transferencia telepática de pensamientos entre las aves. «Describen círculos, en un momento densos como un techo pulido y al siguiente diseminados como la malla de una inmensa red que cubre todo el cielo, tan pronto oscuros como atravesados por un millón de haces de luz, [...] una locura en el cielo —escribió—.»²¹ Deben de pensar colectivamente, todos al mismo tiempo, o, al menos, en ráfagas o parches, un metro cuadrado de una idea, un destello salido de múltiples cerebros.»²²

Desde que él escribió estas palabras hemos averiguado que el espectacular comportamiento colectivo de las aves que vuelan en bandada (así como de los bancos de peces, los rebaños de mamíferos, los enjambres de insectos y las muchedumbres humanas) responde a la autogestión, la reacción a simples pautas de interacción entre los individuos.²³ Las aves no se «transfunden pensamientos» ni se comunican telepáticamente con otras aves de la bandada para actuar al unísono, como conjeturaba Selous. En lugar de ello, cada ave interactúa con hasta siete de sus vecinas más cercanas y toma decisiones individuales respecto a su movimiento con el fin de mantener la velocidad y la distancia entre los distintos miembros de la bandada y copiar rápidamente los giros del vecino, de tal modo que un grupo, pongamos, de unos cuatrocientos pájaros puede cambiar de dirección en poco más de medio segundo.²⁴ Se crean así ondas casi instantáneas de movimiento que parecen una cortina viva formada por aves.

Suele darse por descontado que un comportamiento aparentemente complejo responde a procesos de pensamiento complejos. Sin embargo, la capacidad de resolver problemas con rapidez demostrada por los semilleros de Barbados y

los zanates en estas pruebas cognitivas básicas probablemente guarde más relación con prestar atención a la reacción visible y a la autocorrección que con «determinar» de manera instantánea una solución.

En otra prueba cognitiva, Kayello intenta conseguir que los pájaros desaprendan lo que han aprendido y «reaprendan» algo distinto. Coloca ante cada uno de ellos dos tazas, una amarilla y otra verde, ambas llenas de alpiste comestible, y deja que el pájaro elija una de la cual comer para descubrir cuál es su color preferido. A continuación, sustituye las semillas comestibles de la taza de ese color por semillas incomedibles pegadas con cola al fondo del recipiente y cronometra cuánto tarda cada ave en abandonar la taza de su color preferido (que contiene las semillas incomedibles) por la del otro color (donde se encuentran las semillas comestibles). Una vez hecho esto, vuelve a invertir los colores que identifican las semillas comestibles e incomedibles.

Esta técnica, denominada aprendizaje inverso, acostumbra a emplearse como medida básica de la celeridad con la que un ave puede modificar su pensamiento y asimilar un nuevo patrón. «Es un indicador de un pensamiento flexible —explica Lefebvre—, tanto en el caso de los seres humanos como de los pájaros. Las personas con deficiencias mentales o alzhéimer suelen someterse a pruebas consistentes en tareas de aprendizaje inverso para comprobar su flexibilidad de pensamiento.»

No cabe duda: los semilleros de Barbados aprenden rápido. La mayoría de ellos descubren el truco de cambiar de taza tras unos pocos ensayos. Por su parte, los semilleros bicolor se toman su tiempo. Son lentos, recelosos. Sin embargo, al final le cogen el tranquillo y acaban cometiendo menos errores a la hora de escoger los colores que los semilleros de Barbados.

«Sorprende, pero, en cierto modo, también tranquiliza —comenta Lefebvre—. Al menos hemos encontrado una prueba que los semilleros bicolor desempeñan bien. Si una de las especies que utilizas en un experimento falla en todas las pruebas a las cuales la sometes, el problema podría radicar en ti, en el investigador, no en el animal. Es posible que no hayas entendido qué aspectos son relevantes para la concepción del mundo que tiene el pájaro.»

Éste es un método que los científicos emplean para intentar calibrar la inteligencia de un pájaro: comprobando la velocidad y el atino con los que resuelve problemas en el laboratorio. Procuran diseñar desafíos similares a los que el ave puede encontrar en su entorno natural, como, por ejemplo, la capacidad de apartar obstáculos o de sortear barreras para hallar alimentos ocultos. Esperan que los pájaros abran contenedores de comida pulsando palancas, tirando de cuerdas o apartando tapas. Cronometran cuánto tiempo tardan en hacerlo y la velocidad con la cual los pájaros cambian de táctica para intentar resolver un problema. («Si x no funciona, prueba y.») Ponen a prueba la intuición de las aves con el fin de determinar si el descubrimiento de una solución por parte de un pájaro es un destello repentino de comprensión (¡eureka!) o responde a un pensamiento más gradual y reflexivo (ensayo y error).

Ahora bien, es una situación peliaguda, ya que en los test de laboratorio de esta índole, toda suerte de variables pueden condicionar el aprobado o el suspenso de un pájaro. La osadía o la temeridad de un ave en concreto puede afectar a su rendimiento a la hora de resolver problemas. Las aves que solventan las tareas con más premura pueden no ser las más inteligentes, sino simplemente individuos menos dubitativos a la hora de desempeñar una labor nueva. De manera que un test diseñado para calibrar una habilidad cognitiva en realidad podría estar midiendo el grado de intrepidez. ¿Acaso el semillero bicolor sólo es un pájaro más tímido?

«Por desgracia, es sumamente difícil obtener una medición “pura” del rendimiento cognitivo que no se vea afectada por multitud de factores adicionales —explica Neeltje Boogert, una antigua alumna de Lefebvre que en la actualidad ejerce como investigadora en cognición de las aves en la Universidad de Saint Andrews—. Los pájaros, como los seres humanos, difieren tanto en su grado de motivación a la hora de resolver una prueba cognitiva como en el estrés que les genera la situación, la distracción que les proporciona el entorno y la experiencia que acumulan en pruebas similares. Existe un intenso debate en curso en el campo de la ecología conductual acerca de cómo debería procederse para evaluar la cognición animal; hasta la fecha, no se han planteado soluciones claras.»²⁵

Hace unos años, a Lefebvre se le ocurrió la posibilidad de tomar otro tipo de medición, una medición que evaluara las capacidades cognitivas de un ave no en el laboratorio, sino en la naturaleza. La idea le vino por casualidad, durante un paseo por la playa de Barbados. «Se me ocurrió justo tras una violenta tormenta —explica—. Me encontraba cruzando la playa cerca del Hole, la laguna en Holetown que se desborda y vierte las aguas en el mar tras las fuertes precipitaciones, cuando descubrí que varios centenares de olominas habían quedado atrapadas en pequeños charcos en un banco de arena.» Mientras los peces varados saltaban de un charco al siguiente, Lefebvre atisbó a varios pitirres abejeros descender en picado para pescarlos, llevárselos a un árbol y golpearlos contra una rama antes de comérselos.

Los pitirres abejeros son unas aves papamoscas comunes de las Indias Occidentales. Son célebres por cazar insectos al vuelo, pero no por pescar peces. Aquella era la primera observación de la que se tiene constancia de estas aves aplicando sus habituales habilidades para la caza de una presa del todo inusitada.

Lefebvre se preguntó por qué el pitirre era el único pájaro que aprovechaba aquella fuente alimenticia espléndida. ¿Se trataba acaso de una especie especialmente inteligente o innovadora, como los herrerillos que descifraron el código para abrir las botellas de leche y acceder a la nata?

Quizá un buen modo de medir la cognición aviar, pensó Lefebvre, sería observar este tipo de situaciones, en que las aves actúan de manera nueva e inusitada en la naturaleza. La idea la propusieron hace tres décadas Jane Goodall y su colega Hans Kummer.²⁶ La pareja hizo un llamamiento para medir la inteligencia de los animales salvajes observando su capacidad para hallar soluciones a problemas en su entorno natural. Lo que se precisa es una medición ecológica de la inteligencia, y no tanto una realizada en el laboratorio, sugirieron. Y tal medición puede hallarse en la capacidad de un animal para innovar en su propio hábitat, «para encontrar una solución a un problema nuevo o una solución nueva a un problema antiguo».

Lefebvre publicó su observación sobre los pitirres abejeros en la sección de notas del *Wilson Bulletin*, que publica informes de conductas poco habituales de aves proporcionados tanto por observadores aficionados como por profesionales.²⁷ Se le ocurrió que recopilar este tipo de notas anecdóticas

de las publicaciones ornitológicas podría proporcionar justo la clase de evidencia ecológica que Kummer y Goodall solicitaban. ¿Qué clases de aves son las más innovadoras en la naturaleza?

«Los estudios experimentales y observacionales de la cognición son importantes —afirma Lefebvre—, pero un recuento taxonómico como aquél nos brindaría una oportunidad única y salvaría algunos de los escollos que afrontan los estudios de la inteligencia animal», como por ejemplo, el uso de dispositivos de prueba muy distintos a los que el animal encuentra en su hábitat natural.

Lefebvre escrutó setenta y cinco años de publicaciones sobre aves en busca de informes donde aparecieran las palabras clave «inusitado», «extraño», «inusual», «raro», «novedoso» o «primer caso registrado», y acabó con más de dos mil trescientos ejemplos correspondientes a centenares de especies distintas. Algunos de ellos eran descubrimientos osados de alimentos nuevos y extraños: un correcaminos sentado en un tejado junto a un comedero para colibríes dando cuenta de los colibríes uno a uno; un págalo grande en el Antártico acurrucándose entre las crías recién nacidas de una foca y mamando leche de la madre; garzas cazando un conejo o una rata almizclera; un pelícano en Londres engullendo una paloma; una gaviota tragándose un arrendajo azul, o un mohoua cabecigualda en Nueva Zelanda, que normalmente es un pájaro insectívoro, al cual se había visto por primera vez comiendo las bayas de una clivia.

Otros ejemplos implicaban modos nuevos e ingeniosos de obtener comida. Había un tordo en Sudáfrica que utilizaba una ramita para escarbar en el estiércol de las vacas. Varios observadores avistaron a garcitas verdosas usando insectos a modo de cebo, que colocaban con delicadeza en la superficie del agua para atraer a los peces. Una gaviota argéntea adaptó su habitual técnica de lanzar conchas para atrapar un conejo. Entre los ejemplos más inventivos figuraba el de unas águilas calvas pescando en el hielo en el norte de Arizona. Las águilas habían descubierto un botín de sardinas cabezonas muertas y congeladas bajo la superficie de un lago helado. Se las vio picoteando en él hasta hacer pequeños orificios y luego saltando repetidamente sobre la superficie, utilizando el peso de sus cuerpos para hacer que los peces salieran a través de los agujeros.²⁸ Uno de los favoritos de

Lefebvre era el informe de unos buitres en Zimbabue que se posaban en verjas de alambre de púas cerca de campos minados durante la guerra de liberación a la espera de que gacelas y otros animales de pasto entraran en ellos y detonaran los explosivos. Ello proporcionaba a las aves una comida preparada ya pulverizada. No obstante, aclara Lefebvre, «en alguna ocasión un buitre cayó en su propia trampa y saltó por los aires por efecto de una mina».

Una vez recopiladas las anécdotas, Lefebvre las agrupó por familias de aves y calculó las tasas de innovación de cada una de ellas.²⁹ Asimismo, eliminó de sus análisis posibles variables que podían inducir a error, sobre todo en la labor de investigación, dado que algunas especies sencillamente se avistan con más frecuencia, de manera que es más probable divisarlas haciendo algo novedoso.

«Si he de ser sincero, en un principio no creí que funcionara», confiesa. Las anécdotas no se consideran científicas, son «datos débiles», por usar la jerga específica. «Si una anécdota no se considera un dato científico, ¿cómo pueden dos mil anécdotas convertirse en ciencia? Pero acepté los datos por su valor nominal. En caso de que la base de datos contuviera errores, probablemente estarían distribuidos al azar entre los distintos grupos taxonómicos, de manera que no afectarían a los resultados. He estado esperando a que aflore algo que invalide el sistema, pero de momento no ha sido así.»

¿Cuáles son las aves más inteligentes según la escala de Lefebvre?³⁰

Los córvidos, cómo no, con los cuervos grandes y los americanos claramente a la cabeza, y los loros. Les siguen los zanates, las aves de rapiña (en particular los halcones y los cernícalos), los pájaros carpinteros, los bucerótidos, las gaviotas, los alcedinos, los correcaminos y las garzas. (Los búhos quedaron excluidos de la investigación porque son aves nocturnas y sus innovaciones rara vez se observan en directo, sino que se infieren de los restos fecales.) También ocupaban posiciones destacadas aves de las familias del gorrión y los páridos. Y en los escalones inferiores se hallaban las codornices, las avestruces, los otídeos, los pavos y los chotacabras.

A continuación, Lefebvre llevó su escala un paso más allá: ¿tenían el cerebro más grande las familias de aves que desplegaban multitud de comportamientos innovadores en la naturaleza? En la mayoría de los casos,

efectivamente existía una correlación.³¹ Pensemos en dos pájaros que pesan 320 gramos: el cuervo americano, con un recuento de innovación de dieciséis casos, tiene un cerebro de 7 gramos, mientras que a la perdiz pardilla, con sólo una innovación, el cerebro le pesa sólo 1,9 gramos. En el caso de dos pájaros aún más pequeños, de sólo 85 gramos: el pico picapinos, con una tasa de innovación de nueve, tiene un cerebro de 2,7 gramos, mientras que el cerebro de la perdiz, con una única innovación, pesa 0,73 gramos.

Cuando Lefebvre expuso sus hallazgos en la reunión anual de la American Association for the Advancement of Science en 2005, la prensa recogió el estudio, que denominó el primer índice de cociente intelectual (CI) aviar completo del mundo. A Lefebvre la idea del CI le pareció «un poco fácilona», según confesó. «Pero ¿por qué no?»

Se entendió el concepto y Lefebvre acabó participando en puntillosas entrevistas por parte de periodistas interesados. Cuando uno de ellos le solicitó que dijera cuál era el ave más tonta del mundo, Lefebvre contestó: «Seguramente el emú». Al día siguiente, los titulares de prensa rezaban: «Investigador canadiense nombra el ave nacional de Australia “el pájaro más bobo del mundo”». (El emú y el canguro fueron elegidos emblemas no oficiales de Australia para simbolizar el progreso de una nación, partiendo de la creencia extendida pero errónea de que ningún animal es capaz de moverse fácilmente hacia atrás.) Digamos que Lefebvre no se convirtió en un personaje popular en Australia. Sin embargo, su posición quedó refrendada cuando participó en un programa radiofónico australiano y un oyente relató que, mientras estaba en el Outback con aborígenes, éstos le indicaron que, si se tumbaba boca arriba y levantaba el pie, los emús acudirían a investigar, convencidos de que se trataba de uno de ellos.

Lefebvre reconoce que el tamaño del cerebro de un pájaro o incluso el tamaño de sus órganos clave es una medida relativamente vaga de la inteligencia. «A fin de cuentas, el correlimos menudo (un pájaro limícola) tiene un cerebro relativamente grande para su cuerpo —explica— y lo único que hace es caminar adelante y atrás para esquivar las olas (“que no se me mojen las rodillas, que no se me mojen las rodillas”) mientras picotea invertebrados.»³²

Hace ya mucho tiempo que sabemos que un cerebro grande no es necesariamente sinónimo de inteligencia. La vaca tiene un cerebro cien veces más grande que el del ratón, pero no es ni la mitad de lista que éste. Y existen animales con cerebros diminutos con unas capacidades mentales asombrosas. Las abejas, con un cerebro de sólo un miligramo, se desplazan por el paisaje a la par que los mamíferos, y las moscas de la fruta son capaces de aprender estrategias sociales de otras moscas de la fruta.³³ La proporción del tamaño del cerebro con relación al tamaño del cuerpo, denominada «encefalización», parece desempeñar algún papel en el marco general, aunque sigue siendo objeto de debate en qué medida la encefalización se correlaciona con la inteligencia.³⁴

«No es una mera cuestión de tamaño, al menos no en todos los animales —explica Lefebvre—. Cuando medimos el volumen cerebral, ¿medimos la capacidad de procesamiento de la información? —pregunta Lefebvre—. Probablemente no.»

La capacidad de innovar de un pájaro se acepta hoy como medida de cognición entre la comunidad científica en general. Pero si el tamaño del cerebro no controla la tendencia de un ave a innovar, ¿qué lo hace? ¿Qué distingue a las aves que innovan de las que no innovan? ¿Existe alguna diferencia entre los cerebros del mismo tamaño del inteligente semillero de Barbados y el semillero bicolor, en apariencia más bobo?

«El problema es meterse en la cabeza de un animal —afirma Lefebvre—. Hasta ahora, el foco se ha puesto en el volumen del cerebro, sea en su conjunto, sea en partes concretas. Pero no es ahí donde radica la importancia. Lo que controla la innovación y la capacidad cognitiva no es el tamaño, sino lo que ocurre a nivel neuronal.»

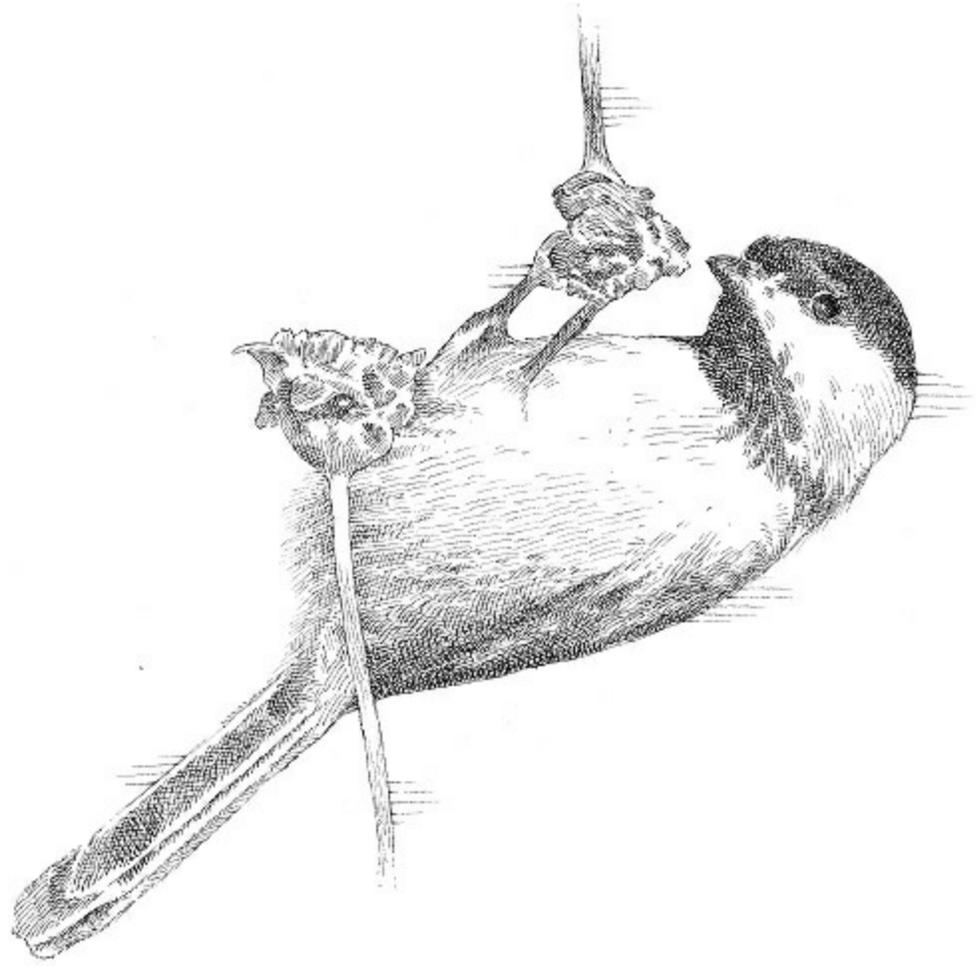
Esto trae a colación el consejo que el neurocientífico Eric Kandel, galardonado con el Premio Nobel por su labor en la base fisiológica del almacenamiento de recuerdos en las neuronas, tomó de su mentor, Harry Grundfest. Cuando Kandel era joven, Grundfest le aconsejó: «Mira, si quieres entender el cerebro vas a tener que adoptar un planteamiento reduccionista, de célula en célula». «Y tenía razón», sentencia Kandel.³⁵

Como muchos otros investigadores de la cognición en las aves, Lefebvre se está adentrando en el «mundo neuronal», con la esperanza de demostrar cómo el aprendizaje y la resolución de problemas en estos animales se reflejan en su actividad cerebral, en las neuronas y sus conexiones, conocidas como «sinapsis». Una neurona se comunica con otra en estos enlaces entre dos células. «Creo que el hecho de que un animal exhiba un comportamiento flexible e innovador o no depende de lo que sucede en las sinapsis», augura Lefebvre.

¿Qué hace a un pájaro como el semillero de Barbados o un cuervo de Nueva Caledonia inteligente e ingenioso? ¿Realmente son tan simplones los semilleros bicolor y los kagús?

«Estamos intentando abordar estas cuestiones desde perspectivas distintas —explica Lefebvre—. Hay que empezar sobre el terreno, con las botas en la tierra, y observar atentamente a las especies sometidas a estudio. Si quieres entender a las aves, tienes que saber cómo se comportan en la naturaleza —añade—. Hay que intentar meterse en su cabeza. De ahí que estemos realizando observaciones sobre terreno de comportamientos y comparando las innovaciones por especie, realizando experimentos con aves cautivas y, en el momento presente, buscando un modo de conectar lo que observamos sobre el terreno con lo que descubrimos acerca de los genes y las células en el laboratorio.»

Ésta es la clase de ciencia ambiciosa que se está desarrollando de manera generalizada en el ámbito de la investigación de la inteligencia de las aves. Se trata de una mezcla fascinante de observación de la ecología y el comportamiento, de estudios cognitivos en el laboratorio y exploraciones profundas de los cerebros de las aves con el fin de resolver los misterios de la mente de los pájaros.



A LA MANERA DE LOS PÁJAROS

Una nueva visión del cerebro de las aves

En una ocasión, mientras practicaba esquí de fondo en las montañas de Adirondack, me detuve a comer en un pequeño claro. Una gruesa capa de nieve cubría el suelo y el frío helaba los huesos. En cuanto saqué mi emparedado de mantequilla de cacahuete del envoltorio de papel de aluminio, detecté un movimiento por el rabillo del ojo y escuché un zumbido familiar. Un carbonero cabecinegro (*Poecile atricapillus*), un pariente del carbonero que espuma la nata de las botellas de leche, había aparecido de repente en una rama en el borde del calvero. Le siguió otro, y luego otro más. Al cabo de poco tenía una pequeña bandada de aves a mis pies. Sostuve una miga de pan en un dedo y uno de ellos revoloteó y la agarró con el pico. Momentos después, aquel pequeño descarado se posó en mi brazo y empezó a comer directamente de mi mano.

Quizá al carbonero no se lo considere el pájaro más listo del mundo. Sobre todo, se lo conoce por ser una cucada, con su cuerpecito redondito y mullido, su bonito pelaje gris con una capuchita negra, su pico corto y su cabeza sobredimensionada como la de ET. No tiene ni un ápice de la esbeltez y la elegancia de los parúlidos o los víreos, ni de la astucia fanfarrona del cuervo. Principalmente es famoso por su vitalidad en el comedero y por las asombrosas acrobacias que realiza. Tal como el ornitólogo Edward Howe Forbush observó en una ocasión: «He visto a un carbonero dejarse caer de espaldas de una rama persiguiendo a un insecto, atraparlo, dar una voltereta casi completa en el aire y aterrizar a la perfección en el tronco inclinado del árbol».¹

Pero el carbonero no es sólo un pájaro ágil y enérgico. También es acrobático en sus aptitudes, curioso, inteligente y oportunista, y tiene una memoria proverbial: «Es una obra maestra en el mundo de las aves que excede todo elogio»,² en palabras de Forbush. En la escala de CI de Louis Lefebvre, la familia del carbonero ocupa una posición destacada, que comparte con los pájaros carpinteros.

En el pasado reciente, científicos han analizado los agudos y finos silbidos y complejos gorjeos de los carboneros, sus *fibiis*, *tiiis*, *diidiidís* y sus siseos sibilantes, y los han declarado uno de los sistemas de comunicación más sofisticados y rigurosos de la fauna terrestre.³ Chris Templeton y su equipo han averiguado que los carboneros utilizan sus reclamos a modo de lenguaje, un lenguaje que cuenta con su propia sintaxis y capaz de generar un número indeterminado de llamadas únicas.⁴ Emplean algunos trinos para comunicar su ubicación a otros pájaros o para indicar que han encontrado un manjar succulento, y otros para advertir de la presencia de depredadores, especificando tanto la clase de animal como la magnitud de la amenaza. Un suave *siiit* en tono agudo o un nítido *si-si-si* señalan una amenaza en el aire, un alcaudón o un gavilán americano. El característico *chicadi-di-di* indica un depredador parado, como un ave rapaz posada en la copa de un árbol o un autillo yanqui avvicinándose por una rama superior. La cantidad de *dis* incluidos en el sufijo indica el tamaño del depredador y, por consiguiente, el grado de amenaza. Cuantos más *dis*, más pequeño y peligroso el depredador. Puede parecer ilógico, pero los depredadores pequeños y ágiles capaces de maniobrar con facilidad suponen una amenaza mayor que los más grandes y torpes. De manera que un búho pigmeo puede generar cuatro *dis*, mientras que un búho cornudo sólo suscita dos. Son peticiones de refuerzos y las utilizan para reclutar a otros pájaros con el fin de hostigar o acosar a la amenaza en una defensa en grupo calibrada en función de su magnitud. Las vocalizaciones del carbonero son tan fiables que otras especies hacen caso de sus advertencias.

Saberlo cambia mi modo de escuchar esos *dis* mientras camino por el bosque. Es posible que me escudriñen al pasar cerca de ellos, que me estudien y sopesen si soy peligrosa o no.

O quizá no. Quizá me descarten sumariamente como una patosa, grande pero inofensiva, pues mi presencia apenas causa una ondulación en su conversación.

Los carboneros suelen mostrarse impertérritos ante las personas. Además de ser atrevidos y curiosos como los semilleros, poseen una «seguridad en sí mismos hondamente arraigada»⁵ e investigan todo lo que se adentra en su territorio, incluido el *Homo sapiens*. Merodean alrededor de las cabañas de cazadores durante la temporada de caza para picotear la grasa de los cadáveres arrojados en los remolques de las rancheras. A menudo son los primeros en visitar los comederos de aves e incluso se atreven, tal como descubrí, a comer directamente de la mano. Como los semilleros, sobresalen descubriendo y aprovechando nuevas fuentes de alimento. Chris Templeton vio en una ocasión a un carbonero alimentarse del néctar de un comedero de colibrí colgante.⁶ En verano comen abejas, murciélagos dormidos, savia de árbol y peces muertos.

Cuando en la década de 1970 se introdujo en el Oeste norteamericano el mosquito de las agallas para controlar la propagación de la *Centaurea podospermifolia*, una planta invasora, los carboneros aprovecharon la nueva oportunidad. Templeton descubrió que aprendieron rápidamente a detectar las inflorescencias de esta planta que albergaban la mayor densidad de larvas de mosquitos de las agallas, un alimento inusitadamente nutritivo.⁷ Las pistas que utilizaban para hacerlo eran sutiles, como captadas al vuelo, pues apenas invertían tiempo en sobrevolar las plantas para decidirse por una u otra. Y, pese a ello, de manera casi invariable encontraban las inflorescencias con el mayor filón. Atrapaban a sus presas al vuelo y las transportaban a un árbol para extraer las larvas.

Templeton quedó estupefacto. «Es asombroso que los carboneros sean capaces de tomar decisiones tan rentables invirtiendo tan poco tiempo en evaluar las inflorescencias», comenta. Igualmente impresionante es la celeridad con la que estos pájaros aprendieron a aprovechar una fuente alimenticia completamente nueva, un insecto exótico que vivía en una planta introducida cuya presencia en el hábitat de los carboneros era muy reciente.

Además, los carboneros poseen una memoria prodigiosa. Almacenan semillas y otros alimentos en miles de escondrijos distintos para comérselos más adelante y son capaces de recordar dónde han puesto cada uno de ellos hasta seis meses después.⁸

Y todo ello con un cerebro que apenas duplica el tamaño de un guisante.

No hace demasiado tiempo encontré una calavera de un carbonero en una parcela de pinos descuidados cerca de mi casa. La sostuve en la palma: era blanca como la tiza y de una liviandad inaudita, como la cáscara de huevo más ligera. Parecía poco más que una carcasa con dos ojos bulbosos conectados a un pico afilado como una aguja. Por la parte posterior se apreciaban dos bóvedas gemelas, unas burbujas de hueso traslúcido, donde había estado el cerebro. Un carbonero pesa once o doce gramos; su cerebro, apenas 0,60 o 0,70 gramos.⁹ ¿Cómo puede un cerebro tan diminuto ser capaz de proezas mentales tan complejas?

Es evidente que el cerebro no se reduce a su tamaño. Pero ¿qué duda cabe de que a las aves se las ha acusado siempre injustamente de tontas por este aspecto? Pese al cliché generalizado, de hecho el cerebro de muchos pájaros es considerablemente grande en relación con el tamaño de sus cuerpos. Es el resultado de un proceso extraordinario que también dio origen a nuestros propios cerebros sobredimensionados, si bien a través de un camino evolutivo completamente distinto.

Los cerebros de las aves oscilan entre los 0,13 gramos de un esmeralda zunzún y los 46,19 gramos de un pingüino emperador.¹⁰ Desde luego, son minúsculos si los comparamos con el cerebro de 7.800 gramos de un cachalote, pero no es tan pequeño en comparación con el de otros animales de aproximadamente su mismo tamaño. El cerebro de un gallo enano pesa unas diez veces más que el de un lagarto de un tamaño similar. Si consideramos el cerebro de un pájaro en relación con su peso corporal, se parece más a un mamífero.

Nuestro cerebro pesa en torno a 1.360 gramos para un cuerpo medio con un peso de 63,5 kilos. El cuerpo de los lobos y las ovejas pesa aproximadamente lo mismo que el nuestro y, en cambio, sus cerebros son una

séptima parte del nuestro. Los cuervos de Nueva Caledonia son como nosotros, extravagantes en su forma de romper las normas. Su cerebro pesa 7,5 gramos y su cuerpo poco más de 226 gramos. Eso representa un cerebro del mismo tamaño que el de un mono pequeño, como un tití o un tamarino, y un cincuenta por ciento más grande que el de un gálago, todos ellos animales con un cuerpo de unas dimensiones similares al de un cuervo.¹¹

¿Y el cerebro de un carbonero? Pues duplica en tamaño al de otras aves dentro de su mismo rango de peso corporal, como por ejemplo un papamoscas o una golondrina.¹²

Si se mira de este modo, muchas especies de aves tienen cerebros asombrosamente grandes con relación a su tamaño corporal. Son lo que los científicos denominan «cerebros hiperinflados», como el nuestro.

Durante siglos creímos que el cerebro de los pájaros había mermado de tamaño por una buena causa: para que el aguilucho pálido pudiera planear describiendo amplios círculos, para que el vencejo de chimenea pudiera llevar una vida completa durante el vuelo o para que el carbonero pudiera cambiar de rumbo en menos de treinta milisegundos.¹³

El tejido cerebral es pesado y metabólicamente exigente, el más exigente de todo el organismo, sólo por detrás del corazón. Las neuronas pueden ser pequeñas, pero cuesta mucho fabricarlas y mantenerlas y consumen unas diez veces más energía que otras células en relación con su tamaño.¹⁴ ¡Cómo no iba a recortar la naturaleza la materia gris de los pájaros!, pensábamos. «Irónicamente, la capacidad de volar, que consideramos el logro más magnífico de las aves, también ha sido la adaptación evolutiva que las ha mantenido más rezagadas en inteligencia con respecto a los mamíferos», escribió en su día Peter Matthiessen.¹⁵ Se suponía que los pájaros resolvían problemas no haciendo uso de su inteligencia, sino alejándose al vuelo de ellos.

Volar consume mucha energía. En un ave del tamaño de una paloma, consume aproximadamente diez veces más energía que el reposo. En los vuelos cortos donde debe batir mucho las alas, un pájaro pequeño como un pinzón consume hasta treinta veces más energía que mientras descansa.¹⁶ (En

comparación, a un ave acuática como un pato, nadar le supone un gasto energético tres o cuatro veces superior a reposar.)¹⁷ Para superar las limitaciones del vuelo, la naturaleza ha aligerado la carga de las aves dotándolas de un esqueleto que combina potencia y liviandad.¹⁸ Algunos huesos se han fusionado o eliminado. Un pico ligero prácticamente hecho de queratina ha sustituido a las mandíbulas con dientes, más pesadas. Otros huesos, como los de las alas, son neumáticos, casi huecos, si bien están reforzados con trabéculas a modo de pilares para evitar que se comben. Los huesos de las aves son densos sólo allá donde es preciso (incluso más densos que los huesos de los mamíferos de su tamaño): en las patas y en el hondo y sólido esternón que ancla las alas.¹⁹ (De hecho, la batida hacia abajo del ala de un ave es tan potente que produce fuerza suficiente para levantar dos veces el cuerpo del animal en el aire.)²⁰ Cuando los biólogos examinaron los genes involucrados en el sistema esquelético de los pájaros, descubrieron que poseen más del doble de genes para reestructuración y resorción que los mamíferos.²¹ La mayoría de los huesos de las aves son huecos y presentan paredes delgadas, si bien ello no es óbice para que sean también asombrosamente rígidos y resistentes. El paradójico resultado en ocasiones aturde el pensamiento: el esqueleto de una fregata con una envergadura de alas de dos metros pesa menos que sus alas.²²

La evolución ha encontrado otras maneras de aerodinamizar o eliminar por completo los órganos innecesarios de un ave.²³ Han desaparecido las vejigas. El hígado ha menguado a un mero medio gramo. El enrevesado nudo que es el corazón de un pájaro tiene cuatro cámaras o cavidades y dos bombas, como el nuestro, pero diminutas, y late a mucha más velocidad (entre quinientas y mil veces por minuto en los carboneros cabecinegros y setenta y ocho en el caso de los seres humanos).²⁴ Su sistema respiratorio es extraordinario, proporcionalmente más grande que el de los mamíferos (una quinta parte de su volumen corporal, frente a la vigésima parte en los mamíferos), pero mucho más eficaz. Sus pulmones, a través de los cuales «fluye el aire», están revestidos de una caja rígida, mantienen un volumen constante (a diferencia de los pulmones de los mamíferos, que se expanden y contraen en un cuerpo flexible) y están conectados a una intrincada red de sacos aéreos parecidos a globos que almacenan aire de manera externa.²⁵ A

diferencia de la mayoría de sus parientes reptiles, las aves sólo tienen un ovario funcional, en el lado izquierdo, mientras que el derecho se perdió a lo largo del tiempo evolutivo. Y sólo durante la época de apareamiento y cría cargan con pesados órganos sexuales; durante el resto del año, los testículos, los ovarios y los oviductos quedan reducidos prácticamente a la nada.

Los genomas condensados de las aves también podrían ser una adaptación al vuelo impulsado. Los pájaros tienen los genomas más pequeños de todos los amniotas, el grupo de animales, incluidos reptiles y mamíferos, que depositan sus huevos en tierra.²⁶ Un mamífero típico posee un genoma con entre 1.000 y 8.000 millones de pares de base, mientras que en las aves esta cifra se sitúa en torno a los 1.000 millones, resultado de menos elementos repetidos y un mayor número de los llamados eventos de supresión, como parte de los cuales se ha ido borrando ADN a lo largo del tiempo evolutivo.²⁷ Un genoma más comprimido podría permitir a un pájaro regular sus genes más rápidamente para satisfacer los requisitos del vuelo.

Toda esta frugalidad peso pluma está relacionada con un destacable proceso evolutivo iniciado en los ancestros dinosaurios de las aves.

Thomas Huxley fue una de las primeras personas que detectó una ruta evolutiva entre los dinosaurios y las aves modernas, una observación, por cierto, que no sirvió para que el público general tuviera una mejor opinión acerca de la inteligencia de los pájaros. Huxley, el ayudante de Darwin, el «anciano de rostro amarillento y mandíbula cuadrada con unos ojos pardos pequeños y brillantes», tal como lo describió su alumno H. G. Wells,²⁸ contaba con limitados hallazgos fósiles de dinosaurios a partir de los cuales inferir sus observaciones, pero detectó rastros similares a las aves en ellos y rasgos parecidos a los de los dinosaurios en el fósil recientemente hallado de un ave de ciento cincuenta millones de años de antigüedad, la *Archaeopteryx*.²⁹ De hecho, Huxley escribió: «Si todos los cuartos posteriores, desde el ilion hasta los dedos de las patas, de un pollo a medio incubar pudieran ampliarse repentinamente, osificarse y fosilizarse tal como

están, nos proporcionarían el último peldaño de la transición entre las aves y los reptiles, pues no habría nada en sus caracteres que nos impidiera atribuirlos a los *Dinosauria*».30

Huxley estaba en lo cierto, por supuesto. Las aves evolucionaron a partir de los dinosaurios durante el período Jurásico, hace unos ciento cincuenta o ciento sesenta millones de años. De hecho, afirma el paleontólogo Stephen Brusatte de la Universidad de Edimburgo, «comprobamos que no existe una distinción clara entre “dinosaurio” y “ave”. El dinosaurio no se convirtió en pájaro de la noche a la mañana; el plan corporal del pájaro se inició temprano y fue ensamblándose de manera gradual, pieza por pieza, a lo largo de más de cien millones de años de evolución constante».31

Es fácil apreciar al reptil en los pájaros. En sus ojos pequeños y brillantes y en sus veloces movimientos como una flecha; en las alas parecidas a las del pterodáctilo de un cálao rinoceronte; en la forma de mantener erguida la cabeza del petirrojo, estático y siempre alerta al más mínimo ruido, con un rostro inexpresivo que recuerda al de un lagarto; o en la garza azulada, en el lento batir de sus alas pesadas, en la delicadeza ofidia de su cuello, en sus roncros graznidos, todo lo cual nos devuelve a las lagunas de dinosaurios. Pero desconcierta imaginar que el diminuto carbonero, rápido como un fogonazo, podría derivar de las grandes bestias de épocas desvanecidas en el tiempo.

En un rincón remoto del nordeste de China hay una franja de tierra que revela la historia de esta fascinante transición. Durante el Cretácico inferior, cenizas volcánicas sepultaron la región, creando las camas sobrepuestas de Jehol, repletas de fósiles, de Liaoning, Hebei y la Mongolia interior.32

En la ocasión en la que visité un yacimiento de fósiles próximo a la diminuta población de Sihetun, en la provincia de Liaoning, hace cerca de dos décadas, hacía poco que los lugareños habían excavado las formaciones estratificadas, que recordaban a un pastel por capas, y había fósiles de peces antiguos, crustáceos de agua dulce y larvas de efímeras por doquier, impresos en delgadas y quebradizas láminas de limolita.33 Yo había acudido a cubrir un hallazgo realizado un año antes por un granjero y coleccionista de fósiles aficionado mientras investigaba las capas de la formación rocosa. Allí

incrustado se encontraba el fósil de una pequeña criatura en la clásica posición de muerte, con la cabeza echada hacia atrás y la cola rígida apuntando hacia arriba. Parecía un lagarto grande, de unos treinta centímetros de altura y con dos patas. No obstante, por su espalda descendía algo extraordinario: una crespita melena de sencillos filamentos parecidos a cabello.

Aquella criatura era un dinosaurio terópodo llamado *Sinosauropteryx*, «lagarto chino con alas», un eslabón clave entre las aves y los dinosaurios.³⁴ (Los terópodos, cuyo nombre significa «pie de bestia», fueron un grupo diverso de dinosaurios bípedos que variaban en tamaño entre el *Tyrannosaurus rex*, monstruosamente grande, y el *Deinonychus* hasta los troodontidos, de sólo treinta centímetros de altura.) Observé a un fotógrafo retratar aquel pequeño fósil de terópodo durante diez horas al día para «captar» la delicada impresión de las protoplumas atrapadas en la piedra. Era asombroso ver las oscuras vetas filamentosas que emergían de la cola del dinosaurio: un plumaje primitivo.

Las plumas eran uno de los rasgos considerados terreno exclusivo de las aves modernas. Las antiguas camas sobrepuestas de Jehol modificaron tal concepción. En las dos décadas pasadas, esas camas han proporcionado una avalancha de especímenes de dinosaurios fósiles de entre ciento veinte y ciento treinta millones de años, con plumas de todo tipo, desde pelusa y púas rudimentarias hasta plumas de vuelo hechas y derechas. Un grupo de dinosaurios con plumas común en aquella época, los Paraves (que incluían a los famosos *Velociraptors* de *Parque Jurásico*), exploraba modalidades de vuelo, como deslizarse, lanzarse en caída libre y saltar entre árboles; algunos probaron un vuelo impulsado... y así nacieron las aves.³⁵

Los dinosaurios dieron origen a los carboneros y las garzas en parte mediante un proceso de encogimiento implacable, una especie de fenómeno a lo *Alicia en el País de las Maravillas* conocido como miniaturización sostenida.³⁶ Hace más de doscientos millones de años, los dinosaurios empezaron a diversificarse rápidamente en cuestión de tamaño corporal para rellenar nuevos nichos ecológicos.³⁷ No obstante, sólo la línea evolutiva de los dinosaurios que derivó en los pájaros mantuvo este acelerado ritmo de cambio. En el transcurso de un período de cincuenta millones de años, los ancestros terópodos de las aves mermaron de tamaño de manera continuada y

pasaron de pesar 163 kilogramos a pesar menos de uno.³⁸ Casi todo se empequeñeció. Ser pequeños y ligeros permitió a estos ancestros de las aves explorar nuevos nichos de alimentos y escapar de los depredadores trepando a los árboles, planeando y volando. Desarrollaron nuevas adaptaciones a un ritmo significativamente superior al de los demás dinosaurios.³⁹ Su reducido tamaño, su flexibilidad evolutiva y ciertas adaptaciones novedosas (un aislamiento eficiente mediante plumas ya muy desarrolladas y la habilidad de volar y buscar comida a lo largo de grandes distancias) podrían haber ayudado a las aves a sobrevivir a los catastróficos acontecimientos que aniquilaron a la mayoría de sus parientes dinosaurios, y luego continuar hasta convertirse en uno de los grupos más prósperos de los vertebrados terrestres existentes en el planeta.

¿Se encogieron también sus cerebros?

No demasiado. Los dinosaurios que dieron origen a las aves poseían los llamados cerebros hiperinflados incluso antes de la evolución del vuelo.⁴⁰ Los centros visuales de sus cerebros ya se habían expandido para controlar los ojos agrandados y la visión superior que utilizaban para evitar colisiones cuando saltaban de árbol en árbol, tal como habían hecho las regiones cerebrales empleadas para procesar el sonido y para coordinar el movimiento. El cerebro de las aves evolucionó para proporcionarles el sofisticado nivel de coordinación neurológica y muscular requerido para explorar nuevos nichos y escapar de los depredadores. En otras palabras, los cerebros de los pájaros son anteriores a los pájaros, al igual que las plumas.

¿Cómo retiene un animal un cerebro grande mientras el resto de su cuerpo encoge? Las aves lograron hacerlo igual que nosotros: conservando una cabeza y un rostro infantiles. Se trata de un proceso evolutivo llamado pedomorfosis (literalmente, «formación infantil»), mediante el cual un animal evoluciona de tal modo que retiene rasgos infantiles incluso después de madurar.

Recientemente, al comparar cráneos de aves, terópodos y cocodrilos, un grupo internacional de científicos descubrió que, en la mayoría de los dinosaurios y los cocodrilos, la forma del cráneo cambiaba a lo largo de la vida del animal.⁴¹ «Durante el paso de la juventud a la edad adulta en los dinosaurios no aviares, sus morros dentados y sus rostros se expandieron,

mientras que sus cerebros aumentaron proporcionalmente menos —explica Arkhat Abzhanov, de la Universidad de Harvard, quien participó en el estudio—. Un ejemplo magnífico de este fenómeno son los saurópodos y los estegosaurios, que presentaban cerebros diminutos en comparación con sus enormes cuerpos.»⁴² Tanto en las protoaves como en las aves modernas, por su parte, el cráneo conservó su forma juvenil a medida que los animales maduraron, dejando un espacio holgado para sus enormes ojos y sus cerebros agrandados. «Cuando miramos pájaros, estamos contemplando dinosaurios jóvenes», sentencia Abzhanov.

Y resulta que los seres humanos también podríamos haber protagonizado esta evolución a lo Peter Pan. De adultos, compartimos la gran cabeza, el rostro plano, la mandíbula pequeña y el vello corporal irregular de las crías de los primates. La pedomorfosis podría habernos permitido desarrollar cerebros más grandes, tal como sucedió en el caso de los pájaros.

No todas las aves tienen el cerebro grande con relación al tamaño de su cuerpo. Como ocurre con cualquier grupo de animales, hay individuos cabezones y otros con cabeza de alfiler. Recuérdese la comparación de dos pájaros de un tamaño similar, un cuervo (con un cerebro de entre 7 y 10 gramos) y una perdiz pardilla (de sólo 1,9 gramos); o de dos pájaros más pequeños, el pico picapinos (con un cerebro de 2,7 gramos) y la codorniz (0,73 gramos).

La estrategia reproductiva afecta al tamaño del cerebro. El veinte por ciento de las especies de aves precoces, las nacidas con los ojos abiertos y capaces de abandonar el nido al cabo de uno o dos días, presentan un cerebro más grande en el momento del nacimiento que las aves altriciales. Estas últimas nacen sin plumas, ciegas e indefensas, y permanecen en el nido hasta que son tan grandes como sus padres, y sólo entonces emplumecen del todo. Las aves precoces, como las playeras, suelen iniciarse en la vida nada más nacer. Si bien presentan un cerebro relativamente voluminoso al romper el cascarón, que les permite cazar y comerse un insecto o recorrer distancias cortas con apenas unos días de edad, no les crece mucho más a lo largo de su vida, de tal modo que acaba siendo más pequeño que el cerebro de las aves

altriciales. Y lo mismo sucede con los parásitos de puesta, como los cucos, los patos cabeza negra y los indicadores, aves que ponen sus huevos en nidos ajenos y se ahorran el esfuerzo de criar a su prole. Sus polluelos, tras echar a las crías de la especie hospedera (cucos) o matarlas (indicadores), también abandonan el nido pronto, dotados ya de un cerebro lo bastante grande como para valerse por sí mismos, pero que ya no les crecerá demasiado.

¿Por qué los parásitos de puesta tienen el cerebro tan pequeño?⁴³ Louis Lefebvre, que ha estudiado el tamaño del cerebro en los indicadores, baraja dos hipótesis. Quizá estas aves necesiten adelantarse en los tiempos de desarrollo a las especies hospederas y, a resultas de ello, cuentan con cerebros más pequeños. O quizá ser un parásito de puesta alivia al cerebro de la responsabilidad de ocuparse de todo lo relacionado con criar a la descendencia. «Los humanos sabemos cuánta energía se invierte en criar a un hijo —comenta Lefebvre—. Si dejáramos a nuestros bebés en los nidos de chimpancés, nos ahorraríamos un montón de procesamiento de información.»

El ochenta por ciento de las especies de aves altriciales, como los carboneros, los herrerillos, los cuervos americanos, los cuervos grandes y los arrendajos, entre otras, nacen indefensas y con un cerebro pequeño, pero, como el nuestro, éste crece mucho tras el nacimiento, en parte gracias a los cuidados de los progenitores.

En otras palabras, las aves que permanecen en el nido acaban teniendo un cerebro más grande que las que lo abandonan al poco de nacer.

El tamaño del cerebro también está correlacionado con cuánto tiempo permanece un ave en el nido para continuar aprendiendo de sus padres después de echar plumas: cuanto más dilatado el período pueril, más grande el cerebro, quizá para que el ave pueda almacenar todo lo que aprende.⁴⁴ La mayoría de las especies animales inteligentes disfrutan de infancias prolongadas.

Un verano observé la crianza sin prisa de cinco polluelos de garza azulada en un roble muerto junto a una laguna de cuatro hectáreas en Sapsucker Woods, por cortesía de una *webcam* instalada por el Cornell Laboratory of Ornithology. En el pasado había conseguido atisbar esporádicamente la vida

en el nido de petirrojos, azulejos y chochines. Pero esta nueva tecnología abrió el telón y me ofreció una visión casi vergonzosamente íntima y dilatada de los torpes días de la primera infancia de las garzas azuladas.

Siempre me han encantado estas garzas, con sus grandes alas y su maravilloso y lento desplazamiento. Sin embargo, jamás imaginé la felicidad y el embelesamiento que me produciría verlas crecer de cerca. Junto con otro medio millón de observadores distribuidos en ciento sesenta y seis países, me convertí en una adicta a aquellos polluelos.

El foro de debate era una comunidad virtual estrechamente unida supervisada por un «moderador». Aulas enteras de estudiantes se conectaban cada mañana. Una mujer con una enfermedad no especificada escribió diciendo que observar a aquellas garzas la había salvado de enloquecer a causa del dolor.

Juntos observamos a los polluelos romper el cascarón a finales de abril y cómo luego, adormilados e indefensos, se acurrucaban bajo sus padres para guarecerse de las tormentas y de los ataques de los búhos, engullir el pescado regurgitado, caer en el estupor tras comer y picotearlo todo, palos, la cámara, gusanos, los picos de sus progenitores y sus picos mutuos, todo lo cual constituía una práctica necesaria para arponear con potencia y precisión peces en el futuro. En nuestra comunidad virtual se vivió una consternación considerable cuando el quinto y último polluelo rompió el cascarón, pues era más pequeño y menos agresivo a la hora de alimentarse. He aquí algunos de los mensajes que se publicaron:

- «El n.º 5 no come nada. Preocupante.»
- «El n.º 5 repiquetea más. Tiene un berrinche. Me temo que no está comiendo suficiente.»
- Entonces intervenía el moderador: «¿Por qué os inventáis historias que proyectan destinos trágicos para el n.º 5 cuando se encuentra perfectamente?».

Allá donde no hay ningún drama, las personas lo creamos. Somos incorregibles.

- «El n.º 5 me recuerda al vecinito de *Muerte de un viajante*. En el primer acto, es un bobo rarito, mientras que en el segundo se convierte en un fiscal de éxito que defiende sus casos ante el Tribunal Supremo.»

De noche observaba a las garzas dormir. Algunas aves pueden pasar largos períodos sin dormir. El playerito pectoral, por ejemplo, se priva de sueño durante semanas para sumirse en una actividad constante bajo la luz perpetua del verano ártico.⁴⁵ Pero la mayoría de las especies, incluidas las garzas, parecen compartir nuestra necesidad de sueño regular. Y su sueño, como el nuestro, parece esencial para su desarrollo cerebral.

Los pájaros experimentan los mismos ciclos de sueño de ondas lentas y movimiento ocular rápido (REM) que los humanos, patrones de actividad cerebral que los científicos creen que desempeñan un papel fundamental en el crecimiento de los cerebros grandes, tanto los suyos como los nuestros.⁴⁶ (Es muy probable que el hecho de que tanto los seres humanos como las aves muestren los mismos patrones de actividad cerebral durante el sueño sea el resultado de una evolución convergente: otros vertebrados estrechamente relacionados con las aves, como los reptiles, presentan patrones completamente distintos.) Los pájaros rara vez tienen fases de sueño REM de más de diez segundos y las almacenan en centenares de episodios por período de sueño, mientras que los humanos registramos varios episodios de REM por noche, cada uno de los cuales se prolonga entre diez minutos y una hora. No obstante, tanto en el caso de los mamíferos como en el de las aves, el sueño REM puede ser especialmente importante para el desarrollo temprano del cerebro. Los mamíferos recién nacidos, como los gatitos, registran mucho más sueño REM que los gatos adultos. Y los bebés humanos pueden pasarse hasta la mitad de las horas que duermen en fase REM, mientras que, en el caso de los adultos, ésta se limita a aproximadamente el veinte por ciento del sueño. En la misma línea, los estudios demuestran que las lechuzas jóvenes experimentan más sueño REM que las adultas.⁴⁷

Quizá esos polluelos de garza también lo hicieran.

Al igual que nosotros, los pájaros duermen períodos de sueño profundo de ondas lentas proporcionales al tiempo que han permanecido despiertos. Es más, tanto en las aves como en los humanos, las regiones cerebrales utilizadas de manera más amplia en las horas de vigilia descansan más profundamente durante el sueño subsiguiente, otra similitud surgida de la evolución convergente. Un equipo de investigación internacional dirigido por Niels Rattenborg en el Max Planck Institute for Ornithology descubrió recientemente esa convergencia en un estudio que aprovechaba la habilidad de las aves para hacer algo de lo que nosotros somos incapaces: modular su sueño profundo abriendo un solo ojo, limitando con ello el sueño de ondas lentas a una mitad del cerebro, mientras conservan la otra mitad alerta, quizá para volar dormidas y sin duda para permanecer atentas a la presencia de depredadores (una habilidad que resultó útil a las garzas en la oscuridad antelucana de una mañana de abril, cuando las atacó un búho cornudo).⁴⁸ El equipo armó un pequeño cine para varias palomas, tapó un ojo a cada una y proyectó la serie documental de David Attenborough *The Life of Birds*.^{*} Tras permanecer despiertas viendo con un solo ojo el metraje durante ocho horas, se permitió a las palomas dormir. Los estudios de su actividad cerebral mostraron un sueño de ondas lentas más profundo en la región de procesamiento visual del cerebro conectada con el ojo estimulado.

El hecho de que tanto los seres humanos como los pájaros muestren este tipo de efecto cerebral localizado sugiere que el sueño de ondas lentas podría desempeñar algún papel en el mantenimiento de un funcionamiento cerebral óptimo, afirma Rattenborg.⁴⁹ «En general, los paralelismos entre el sueño de los mamíferos y el de las aves plantean la fascinante posibilidad de que su evolución independiente pudiera estar relacionada con la función que realiza este patrón de sueño: el desarrollo de cerebros grandes y complejos tanto en las aves como en los mamíferos.»

Me encanta esta idea de que la naturaleza inventara el mismo tiempo de sueño tanto para los seres humanos como para los pájaros y promoviera el crecimiento de cerebros grandes en animales tan distanciados en el árbol de la vida.

Sintonizar cada mañana con las garzas al despertar era como leer el capítulo siguiente de una gran novela de entrada en la vida adulta. En la fase de emplumamiento, ocurrida entre mayo y junio, los polluelos daban cortas y torpes vueltas caminando por el nido mientras mamá y papá se apuraban a alimentar sus cuerpos, que crecían rápidamente y pasaron de pesar apenas setenta gramos al romper el cascarón a pesar 2.250 gramos en sólo siete semanas. Como un bebé en una mochila, los polluelos permanecían atentos a todo lo que se movía: aviones, gansos, abejas, sus padres al acecho en la laguna y calibrando su ángulo de ataque... Después echaron plumas y vino el primer vuelo a saltitos y el primer vuelo en picado desde el borde del nido (que provocó un estallido de emoción en el foro: «El polluelo n.º 4 parece un niño en natación impaciente por saltar», «Estoy obsesionado»). Posteriormente se produjeron los primeros descensos para pescar en las aguas superficiales, en su mayoría infructuosos pero no por ello menos tenaces, antes de regresar al nido al anochecer. Todo ello bajo la atenta mirada de sus padres, que los recibían en el nido y les ofrecían más ranas y pescados.

Compárese este modo de vida con el del caradrino precoz, que nada más romper el huevo se pone en pie y prácticamente empieza a correr en cuanto se le secan las plumas. Se da una compensación: o funcionalidad plena al nacer o una mayor capacidad mental más adelante.

La migración es otra compensación. Las aves migratorias tienen cerebros más reducidos que sus parientes sedentarios. Y tiene sentido, puesto que un cerebro que consume mucha energía y se desarrolla despacio sería demasiado costoso para las aves que recorren largas distancias. Además, de acuerdo con Daniel Sol del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales español, el comportamiento innato y programado podría ser más útil en las especies migratorias que se mueven entre hábitats sumamente diferentes que el comportamiento aprendido e innovador. Invertir cuantiosos recursos mentales en recopilar en un lugar información que podría no ser útil en otro tal vez no merezca la pena.⁵⁰

Pero he aquí una sorpresa: incluso en el seno de una misma especie, el tamaño del cerebro varía... o al menos el tamaño de determinadas regiones cerebrales. Vladimir Pravosudov, de la Universidad de Nevada, y su equipo compararon a diez poblaciones distintas de carboneros cabecinegros y descubrieron que los que viven en los climas más hostiles de Alaska, Minnesota y Maine presentan un hipocampo mayor (la región cerebral vital para el aprendizaje espacial y la memoria), con más neuronas, que sus homólogos de Iowa o Kansas.⁵¹ Y lo mismo sucede con los carboneros montañeses o cejiblanco, los primitos musculosos de los cabecinegros, que frecuentan las montañas del Oeste norteamericano. Los carboneros montañeses que viven en las condiciones más frías y nevadas de las grandes alturas presentan un hipocampo más desarrollado que sus iguales residentes en altitudes inferiores.⁵² Los habitantes de los picos más altos de la Sierra Nevada, por ejemplo, tienen casi el doble de neuronas en el hipocampo que los que viven sólo seiscientos metros más abajo. (Y también se les da mejor solucionar problemas.)⁵³ Tiene sentido. En altitudes superiores, donde el frío se prolonga durante más tiempo, los pájaros deben almacenar más semillas y recordar dónde las dejaron. En cambio, recuperar las provisiones no es tan vital en climas más templados, donde hay alimento disponible todo el año.⁵⁴

Al margen del tamaño, en el hipocampo de estas aves que acaparan dispersando sucede algo sorprendente de manera rutinaria. Nacen nuevas neuronas, que se añaden o sustituyen a las viejas. El motivo de esta neurogénesis sigue siendo un misterio.⁵⁵ Podría permitir al cerebro reclutar nuevas neuronas cuando es preciso asimilar nueva información o tal vez ayudar a evitar que un recuerdo nuevo interfiera uno antiguo.⁵⁶ Tal como señala Pravosudov, los carboneros «esconden comida, recuperan sus botines y vuelven a esconder provisiones anteriores a diario, sobre todo en invierno, lo cual los obliga a llevar un registro de todos los escondrijos nuevos y antiguos». La hipótesis de «evitar interferencias» propone que las aves pueden necesitar separar los eventos empleando neuronas distintas para cada recuerdo.⁵⁷ Pravosudov ha demostrado que los carboneros de poblaciones sometidas a condiciones climáticas adversas y, por ende, obligados a tener más provisiones, presentan índices más elevados de neurogénesis.⁵⁸

En cualquier caso, esta regeneración neuronal ha alterado nuestro modo de concebir los cerebros vertebrados, incluido el nuestro. No nacemos con todas las células cerebrales que tendremos a lo largo de la vida, como la ciencia había supuesto durante largo tiempo. También en el hipocampo de los humanos mueren células cerebrales y nacen otras nuevas. Ahora sabemos que esta capacidad de cambiar y renovar neuronas y las conexiones entre ellas «proporciona al cerebro el potencial de modificarse, de aprender, en escalas temporales que van desde milisegundos hasta minutos o semanas», explica Pravosudov. En el caso de las aves que esconden alimento o aves acaparadoras, como los carboneros, esta plasticidad podría permitirles satisfacer los requisitos mentales de un mundo exigente dentro de un espacio cerebral relativamente limitado.

La idea convencional de que un cerebro más grande siempre es mejor y más potente en los vertebrados como las aves y los mamíferos se descartó finalmente con un método sencillo mas ingenioso de calibrar la capacidad mental: contar las neuronas.⁵⁹ En 2014, la neurocientífica brasileña Suzana Herculano-Houzel y su equipo contaron la cantidad de neuronas y otras células en los cerebros de once especies de loros y catorce especies de pájaros cantores.⁶⁰ Los cerebros de las aves pueden ser pequeños, afirma Herculano-Houzel, pero «almacenan cantidades sorprendentemente elevadas de neuronas, muy altas a decir verdad, con densidades al menos similares a las que hallamos en los primates. Y en el caso de los córvidos y loros, tales cantidades son aún superiores».⁶¹

El lugar donde se almacenan dichas neuronas es trascendental. Herculano-Houzel ha demostrado que los cerebros de los elefantes triplican en neuronas a los cerebros humanos (257.000 millones, frente a los 86.000 millones de media en nuestro caso).⁶² Ahora bien, en el caso de los elefantes, el noventa y ocho por ciento de ellas se encuentran en el cerebelo, donde podrían destinarse a controlar la trompa, un apéndice de noventa kilos de peso con unas capacidades motoras y sensoriales extraordinarias. Por otro lado, la corteza cerebral de un elefante, que duplica en tamaño a la nuestra, sólo contiene un tercio de la cantidad de neuronas presentes en nuestra corteza

cerebral. En opinión de Herculano-Houzel, esto revela que lo que determina las capacidades cognitivas no es el número de neuronas existentes en el conjunto del cerebro, sino en la corteza cerebral... o en su equivalente en las aves. Por ejemplo, Herculano-Houzel y su equipo descubrieron que, en un guacamayo, cerca del ochenta por ciento de las neuronas cerebrales se encuentran en la parte del cerebro similar a la corteza, mientras que sólo el veinte por ciento reside en el cerebelo. Se trata de un porcentaje opuesto al que se da en la mayoría de los mamíferos.

En suma, el hallazgo de grandes cantidades de neuronas en las estructuras parecidas a la corteza de los loros y pájaros cantores, especialmente los córvidos, sugiere la existencia de una «importante capacidad computacional», afirman los científicos, cosa que podría explicar la complejidad conductual y cognitiva atribuida a estas familias de aves.

El tamaño no es el único motivo por el cual los cerebros de las aves han tenido mala reputación durante largo tiempo; la anatomía es otro. El cerebro reducido de las aves se consideraba primitivo, poco más sofisticado que el de un reptil. «Las aves se consideraban autómatas encantadores capaces sólo de una actividad estereotipada», explica Harvey Karten, un neurocientífico de la Universidad de California, San Diego, que ha estudiado el cerebro de los pájaros durante el último medio siglo.⁶³

Este menosprecio anatómico dio comienzo en las postrimerías del siglo XIX, con las observaciones de Ludwig Edinger, un neurobiólogo alemán conocido como el padre de la anatomía comparativa.⁶⁴ Edinger creía que la evolución era lineal y progresiva. Al igual que Aristóteles, clasificaba a los animales en una *scala naturae* similar a una escalera, situando a los peces y a los reptiles en el peldaño inferior, el menos evolucionado, y a los animales más avanzados en los superiores, con los seres humanos, por descontado, en la cúspide. Cada especie que ascendía por los peldaños de la escalera era una elaboración de una especie antigua. Según su planteamiento, los cerebros evolucionaban también de esta manera escalonada y avanzaban desde el cerebro primitivo hasta un cerebro más complejo añadiendo nuevas regiones a las antiguas. Las regiones cerebrales nuevas y más inteligentes de los animales

superiores se superponían a las capas antiguas menos inteligentes de los animales inferiores como estratos geológicos, progresando en tamaño y complejidad desde los peces y los anfibios, dotados de los cerebros más primitivos, hasta el pináculo de la evolución: el cerebro humano.

El cerebro antiguo e inferior contenía neuronas dispuestas en cúmulos y albergaba los comportamientos instintivos, como la alimentación, el sexo, la crianza y la coordinación motriz. El cerebro nuevo o superior estaba formado por seis capas planas de células que envolvían el cerebro antiguo. Albergaba la inteligencia superior. En los seres humanos, había crecido tanto que había tenido que retorcerse y plegarse para caber dentro del cráneo.

El nuevo cerebro superior estratificado albergaba el pensamiento superior. En opinión de Edinger, las aves simplemente carecían del aparato necesario para un comportamiento complejo. En lugar de un cerebro «superior» estratificado y retorcido, básicamente tenían estructuras «cerebrales inferiores» lisas, compuestas casi en su totalidad por aquellos pobres y viejos cúmulos de neuronas reptilianos.⁶⁵ De ahí que fueran primordialmente seres instintivos (con un comportamiento reflejo programado) e incapaces de hazañas intelectuales de alto nivel.

Los nombres que Edinger dio a estas estructuras reflejaban sus creencias erróneas. Utilizó los prefijos *paleo-* («viejo») y *arqui-* («arcaico») para etiquetar las estructuras del cerebro de las aves y *neo-* («nuevo») para las zonas del cerebro mamífero. El cerebro «viejo» de las aves se denominaba así paleoencéfalo (los actuales ganglios basales). El cerebro «nuevo» de los mamíferos era el neoencéfalo (el actual neocórtex). Esta terminología, que implicaba que el cerebro de las aves era más primitivo que el de los mamíferos, acabó por desmerecer gravemente las capacidades mentales de las aves. Las palabras tienen ese poder. Somos una especie de nomenclatura y nuestra manera de denominar las cosas influye en nuestra concepción de ellas y en los experimentos que consideramos necesario llevar a cabo. Denominar a regiones del cerebro de las aves *paleostriatum primitivum* reforzó la idea de penumbra primordial y suprimió el interés por estudiar el aprendizaje y la capacidad mental de las aves.

El silogismo era el siguiente:

- El neocórtex es la sede especial de la inteligencia.
- Las aves no tienen neocórtex.
- Por consiguiente, las aves tienen una inteligencia escasa o nula.

La teoría de Edinger se impuso durante más de un siglo, hasta bien entrada la década de 1990. No obstante, a partir de finales de la década de 1960, científicos como Harvey Karten empezaron a estudiar en más profundidad los cerebros de las aves y los mamíferos.⁶⁶ Karten y sus colegas analizaron de cerca las células, los circuitos celulares y los genes de distintos cerebros animales y los compararon. Examinaron el desarrollo embrionario para averiguar qué regiones cerebrales daban origen a otras y trazaron la conexión entre las neuronas para entender cómo unían las distintas regiones.

Y lo que descubrieron desbarató las viejas ideas de Edinger.⁶⁷ Los cerebros de las aves no son versiones primitivas no desarrolladas de cerebros mamíferos. La evolución de las aves se escindió de la de los mamíferos hace más de trescientos millones de años, de manera que es natural que sus cerebros presenten un aspecto distinto. Ahora bien, sí que poseen su propio sistema neuronal elaborado, similar a la corteza cerebral, que posibilita un comportamiento complejo. En la jerga ornitológica se lo denomina cresta ventricular dorsal o cresta dorsoventricular (DVR por sus siglas en inglés). Surge de la misma región del cerebro embrionario durante el desarrollo de la que surge la corteza en los mamíferos, el llamado *palio* (en latín, «manto») y al madurar adquiere una forma arquitectónica radicalmente distinta.

De manera simultánea, experimentos realizados en laboratorio empezaron a arrojar muestras de comportamiento complejo en aves: la capacidad excepcional de una paloma para discriminar entre fotografías en las que aparecían humanos y otras en las que no, por ejemplo, tanto si los humanos estaban vestidos como desnudos; el talento del loro gris africano para sumar números y categorizar objetos, y la habilidad de ciertos córvidos para recordar la ubicación de las provisiones de alimento de otros pájaros.⁶⁸ Sin embargo, a pesar de estos avances, los prejuicios contra los cerebros de las aves prevalecieron, en parte a causa de la etiquetación errónea de las regiones cerebrales propuesta por Edinger.

Finalmente, en 2004 y 2005 se publicó un manifiesto que rescató la reputación anatómica del cerebro de las aves. Un grupo internacional integrado por veintinueve expertos en neuroanatomía y encabezado por dos neurobiólogos, Erich Jarvis de la Duke University y Anton Reiner de la Universidad de Tennessee, publicó una serie de documentos que revisaban la concepción errónea de Edinger y su anticuada sopa de letras de nombres poco apropiados para el cerebro.⁶⁹ (No fue una tarea fácil. Un participante describió el desafío de buscar el consenso entre los expertos en el cerebro aviar como un ejercicio de arrear una manada de gatos.) Los miembros del Avian Brain Nomenclature Consortium no sólo cambiaron la designación de las partes del cerebro de las aves con acuerdo a los conocimientos modernos, sino que además relacionaron sus estructuras con estructuras paralelas del cerebro mamífero para que los biólogos de las aves pudieran hablar con los biólogos de los mamíferos acerca de lo que, en efecto, eran regiones cerebrales muy similares en sus respectivos temas de estudio.

«Aproximadamente el setenta y cinco por ciento de nuestro cerebro anterior es corteza —explica Jarvis— y lo mismo sucede en las aves, sobre todo en las especies de pájaros cantores y loros. Tienen tanta “corteza”, en términos relativos, como nosotros. Simplemente, está organizada de manera distinta.»⁷⁰ Mientras que en el neocórtex de los mamíferos las células nerviosas se apilan en seis capas diferenciadas como madera contrachapada, en la estructura parecida a la corteza de las aves se acumulan como los dientes de una cabeza de ajos. Pero las células en sí son básicamente idénticas, capaces de una activación rápida y repetitiva, y su funcionamiento es igual de sofisticado, flexible e inventivo. Es más, utilizan los mismos neurotransmisores químicos para transmitir señales. Y el aspecto que quizá sea más importante: los cerebros de las aves y los mamíferos comparten circuitos nerviosos similares o rutas entre regiones cerebrales, un elemento fundamental para el comportamiento complejo. Lo relevante en materia de inteligencia son las conexiones, las uniones entre las células cerebrales. Y, en este sentido, el cerebro aviar no difiere demasiado del nuestro.

Irene Pepperberg emplea una analogía informática.⁷¹ Los cerebros de los mamíferos son como ordenadores PC, explica, mientras que los cerebros de las aves son como ordenadores Apple. El procesamiento es distinto, pero el

resultado es similar.

Lo importante, explica Erich Jarvis, es que existe más de un modo de generar comportamientos complejos: «Está la manera de los mamíferos. Y está la manera de las aves».

Pensemos en el funcionamiento de la memoria de trabajo, una de las capacidades cognitivas que demostró el cuervo de Nueva Caledonia llamado *007* al solucionar aquel rompecabezas en ocho fases con palitos, piedras y cajas. La memoria de trabajo, también denominada «memoria operativa», es la capacidad de recordar hechos durante un breve lapso temporal mientras se busca solución a un problema. Es lo que nos permite memorizar un número telefónico mientras lo marcamos. Y lo que permitió a *007* recordar su objetivo mientras resolvía los múltiples pasos requeridos para alcanzarlo.

Tanto las aves como los seres humanos parecen utilizar la memoria de trabajo de manera similar. En nuestro cerebro, el proceso que la genera surge en la corteza cerebral estratificada. Pero las aves carecen de una corteza estratificada, de manera que ¿cómo se almacena la información en el cerebro del cuervo americano momento a momento?

Para averiguarlo, Andreas Nieder y un equipo de investigación del Instituto de Neurobiología de la Universidad de Tubinga enseñaron a cuatro cornejas negras a jugar a una versión de las parejas, el juego memorístico que implica retener en mente una imagen mientras se busca otra idéntica.⁷² Mostraron a las cornejas una imagen aleatoria. Las cornejas tenían que recordarla durante un segundo antes de seleccionar la pareja entre cuatro opciones, dando picotazos en la imagen memorizada. Si la respuesta era correcta, se las premiaba con un gusano de la harina o una bolita de alpiste. Mientras las cornejas realizaban esta tarea, los científicos observaban la actividad eléctrica de sus cerebros.

Las cornejas demostraron ser unas auténticas profesionales: emparejaron las imágenes con facilidad y eficacia. ¿Qué sucedía en el interior de sus cerebros? En una región denominada *nidopallium caudolaterale*, análoga a la corteza prefrontal en un primate, un conjunto de hasta doscientas células que se activó cuando las aves vieron la imagen original permaneció activo mientras buscaban su pareja. Se trata del mismo mecanismo que permite a los humanos retener en mente la información relevante mientras desempeñan una tarea.

Claramente, la memoria de trabajo puede existir sin una corteza cerebral estratificada. En los seres humanos y las aves «difiere sólo por la presencia del componente lingüístico en los humanos —explica Onur Güntürkün, un neurocientífico de la Universidad Ruhr de Bochum, en Alemania—. Los procesos neuronales que generan la memoria de trabajo parecen ser idénticos en ambos».⁷³

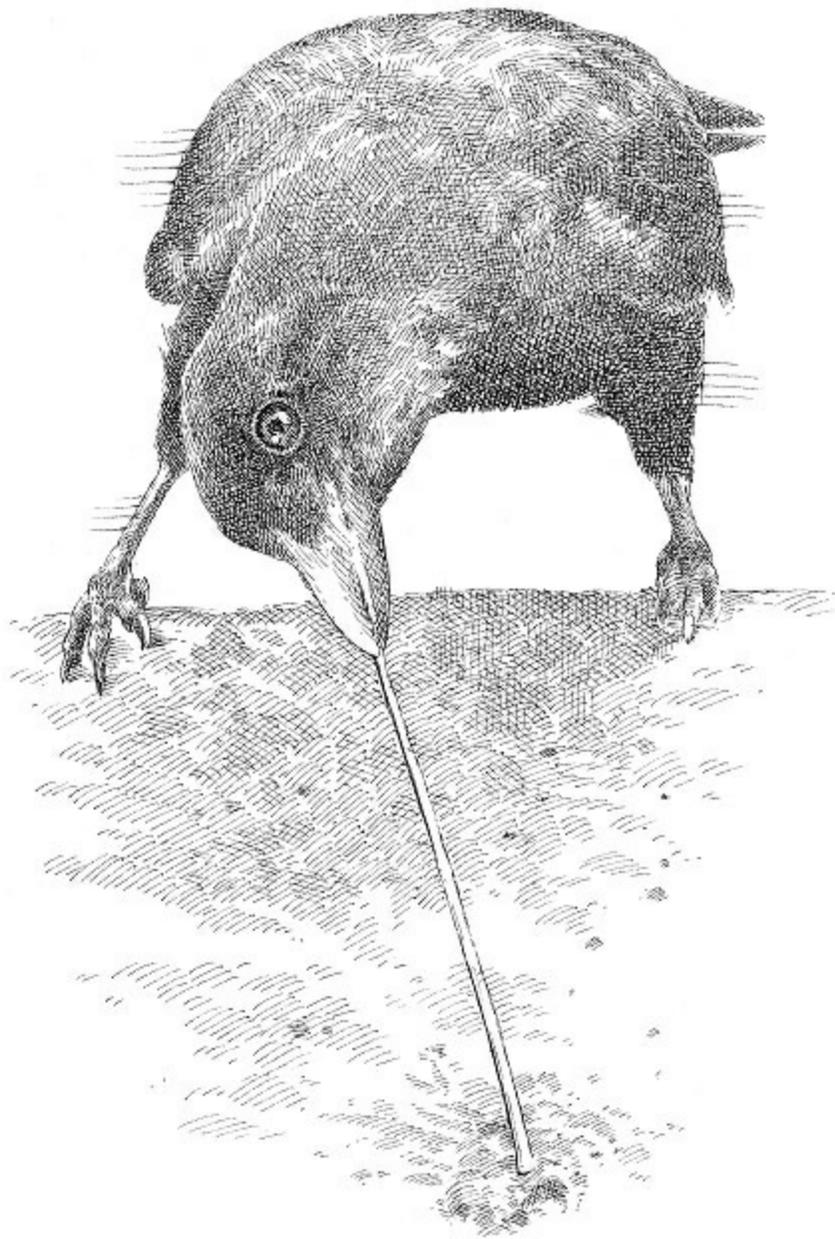
Por fin las aves merecen un respeto renovado. Es posible que tengan un cerebro relativamente pequeño, pero desde luego no tienen una mente reducida.

De modo que, quizá, la pregunta que cabría formularse no sea tanto si las aves son inteligentes, sino por qué son inteligentes, sobre todo a tenor de las limitaciones para el vuelo que comporta el tamaño del cerebro. ¿Qué fuerzas evolutivas han modulado la inteligencia de las aves? Abundan las teorías, si bien dos de ellas son las predominantes. Una sostiene que los problemas ecológicos, sobre todo relacionados con la búsqueda de comida, contribuyeron a expandir los cerebros de los pájaros y estimularon sus habilidades cognitivas: ¿cómo encuentro comida suficiente para todo el año para hacer frente a las estaciones más duras? ¿Cómo recuerdo dónde he escondido las semillas? ¿Cómo consigo alimentos difíciles de obtener? En general, se cree que los animales que lidian con entornos implacables o impredecibles presentan unas capacidades cognitivas superiores, incluida una mayor habilidad para resolver problemas y más predisposición a explorar la novedad.

La otra teoría sugiere que presiones sociales espolearon la evolución de una mente flexible e inteligente: convivir con otras aves y animales, reclamar y defender el territorio, lidiar con ladronzuelos, aparearse, cuidar de la descendencia y compartir responsabilidades. (Incluso el modo como el ibis salvaje intercambia el papel de guía en la formación de vuelo durante la migración apunta a una suerte de cognición social adaptativa, a una comprensión de la reciprocidad: un buen giro merece otro y redundando en el bien del conjunto.)⁷⁴

Otra idea, planteada inicialmente por Darwin, apunta a que las capacidades cognitivas de un animal son producto tanto de la selección sexual como de la selección natural. ¿Son las exigentes hembras de las aves quienes moldean la inteligencia de sus especies?

Aún no se dispone de todas las respuestas, pero los cuervos americanos y los arrendajos, los cenizos y los pinzones, las palomas y los gorriones están aportando algunas pistas prometedoras.



CEREBRITOS

Magos de la técnica

Un pájaro llamado *Blue* tiene un problema. A su lado, en una mesa de su pajarera, hay un tubo de plástico con un trozo de carne dentro, pero el pico no le alcanza para cogerlo. Como *007*, *Blue* es un cuervo americano de Nueva Caledonia, un ave conocida por su destreza fabricando herramientas y sus magníficas habilidades para resolver problemas.¹

Blue analiza la situación: da unos brincos alrededor del tubo y se asoma a su interior, moviendo la cabeza con la precisión de un indicador de posición. Desciende revoloteando al suelo de la pajarera y picotea varios objetos aleatorios que hay diseminados por él: hojas, ramitas diminutas y una o dos piezas sueltas de plástico, pero no parece encontrar lo que busca. Entonces vuela hasta unas ramas de matorrales agrupadas en un jarrón sobre la mesa, se posa en ellas, inclina la cabeza a derecha e izquierda, mientras revisa sus opciones. Arranca una ramita de la rama principal. A continuación, va desprendiendo metódicamente todos los vástagos laterales. Por fin obtiene un palo largo y recto: la herramienta idónea para esta tarea. Introduce el palo en el tubo, pincha la carne y se la ventila.

Observar a *Blue* modelar con esmero una herramienta diminuta a partir de unas ramas de matorral es una maravilla. En la naturaleza, estos cuervos americanos fabrican instrumentos con palos, contornos de hojas y otros materiales, que utilizan para extraer larvas e insectos del interior de madrigueras en árboles caídos, de detrás de la corteza y de las hojas, y de la base de hojas, grietas, agujeros y cavidades de toda índole.² Los cuervos americanos viajan con sus herramientas, lo cual sugiere que las valoran; saben si una herramienta es útil con sólo verla y la conservan para reutilizarla.³

Su comportamiento puede resultar casi disparatado. ¿Pájaros que fabrican unas herramientas tan útiles que las conservan para reutilizarlas? Muchos animales emplean utensilios. Pero pocos fabrican instrumentos tan elaborados. De hecho, por lo que sabemos hasta la fecha, sólo cuatro grupos de animales en el planeta confeccionan sus propias herramientas complejas: los humanos, los chimpancés, los orangutanes y los cuervos de Nueva Caledonia. Y son menos aún los que las conservan para reutilizarlas.

Esta escena con *Blue* abre un ventanuco para asomarnos al panorama general. Las aves son inteligentes porque tienen que resolver problemas en su entorno, en concreto problemas relacionados con obtener alimento de lugares de difícil acceso. Se denomina hipótesis de la inteligencia técnica. Los desafíos ecológicos han proporcionado un estímulo evolutivo a la inteligencia en las aves.

En argot, «cerebritito» es un término que designa a una especie de aficionado a la tecnología, alguien con amplios conocimientos en un ámbito especializado. El cuervo de Nueva Caledonia encaja en tal descripción. Su uso de herramientas no tiene parangón en el mundo de las aves. Y su habilidad para fabricar sus propios implementos es equiparable a la de mentes brillantes entre los primates, como los chimpancés y los orangutanes.

¿Qué importancia tiene esto? ¿Por qué tanto revuelo por las herramientas?

En el pasado, la habilidad de fabricar y utilizar herramientas se consideraba una señal de inteligencia o cognición compleja, una habilidad exclusivamente humana, como el lenguaje o la conciencia. El uso de herramientas, creíamos, requería un entendimiento característicamente humano, que incluía razonamiento causal, o sea, comprender la relación entre causa y efecto. Era algo que nos distinguía como seres especiales y desempeñó un papel fundamental en nuestra evolución y desarrollo como especie. Benjamin Franklin nos denominaba *Homo faber*, «el hombre que fabrica herramientas». La lista de las herramientas que hemos inventado «es una representación práctica de la historia de nuestra especie», según Alex Taylor y Russell Gray, de la Universidad de Auckland: «Hachas de piedra,

fuego, prendas de vestir, cerámica, la rueda, papel, cemento, pólvora, la imprenta, el automóvil, la bomba nuclear, internet: la invención de estas herramientas entrañó revoluciones en las sociedades donde fueron inventadas, pues todas ellas redefinieron la interacción de los seres humanos con su entorno o entre sí».4

La idea de que el uso de herramientas es algo exclusivamente humano se quedó en la cuneta cuando Jane Goodall descubrió que los chimpancés del Parque Nacional de Gombe también las usan,5 al igual que hacen los orangutanes, los macacos y los elefantes, según se ha comprobado, e incluso los insectos. Una avispa excavadora puede sujetar una piedrecita entre las mandíbulas y utilizarla para martillar la tierra y los guijarros con los que sellará su avispero.6 Las hormigas tejedoras aprovechan sus propias larvas como herramientas para construir y reparar sus robustos nidos. Las hormigas obreras recogen las larvas, que secretan seda, y las transportan de un lado para otro, hasta que la seda une las hojas de sus nidos como si de cemento se tratara. Con todo, el uso de herramientas es sumamente raro en el reino animal, donde se ha documentado en menos del uno por ciento de las especies.7

Durante largo tiempo, los primates fueron considerados los principales usuarios de herramientas. Sin embargo, en la última década, más o menos, los cuervos de Nueva Caledonia se han postulado como aspirantes a ese título. No es un logro menor. Sobre todo, si se observa el catálogo de, por ejemplo, las herramientas de los orangutanes, que engloban desde escarbadienes y utensilios para limpiarse la dentadura hasta herramientas autoeróticas y misiles destinados a depredadores, desde servilletas hechas con hojas y esponjas de musgo hasta abanicos fabricados con ramas con hojas, y palas, cucharas, cinceles, ganchos, limpiaúñas y protectores frente a las abejas (ramas u hojas usadas a modo de sombrero para protegerse de las picaduras de las abejas).8 O las construcciones inteligentes de un chimpancé: un «rastrillo» fabricado combinando tantos palitos o varillas de bambú de tres en tres como convenga para alcanzar una recompensa, o una especie de bandeja hecha con hojas y posteriormente reestructurada para formar un vaso.9

Incluso en medio de esta astuta compañía, los cuervos de Nueva Caledonia sobresalen. Si bien no fabrican ni utilizan una variedad de herramientas tan amplia como las de los chimpancés y los orangutanes, sí

elaboran sus propios utensilios con precisión a partir de diversos materiales.¹⁰ Y los fabrican con la longitud y el diámetro adecuados para una finalidad concreta.¹¹ Los modifican para resolver nuevos problemas. Innovan. Y emplean las herramientas secuencialmente, tal como hacía 007 en el vídeo de aquel rompecabezas en ocho pasos, donde utilizaba una herramienta corta para conseguir otra más larga con la que acceder a la comida.¹² Ahora bien, lo que quizá sea más impresionante es que fabrican y utilizan herramientas con forma de gancho... y, junto con los seres humanos, son la única especie que lo hace.

La primera vez que vi a un cuervo de Nueva Caledonia usar una herramienta en la naturaleza fue a lo largo de una carretera que asciende abruptamente entre Focalo y Farino, en el sur de Nueva Caledonia. En un mirador que hay en dicha carretera, el Gobierno había erigido recientemente una elaborada valla de contención de madera. El lugar atrae a los turistas que circulan por la autopista, quienes acuden a contemplar boquiabiertos las pasmosas vistas de montañas arboladas y las azules aguas de la bahía de Moindou. Pero aquella mañana de abril, el lugar era más popular entre visitantes alados.

Alex Taylor me había llevado allí con la esperanza de divisar a algún cuervo americano rompiendo frutos secos para desayunar.¹³ Estas aves tienen un ritmo diario bastante estricto, no muy distinto de nuestro día dividido en franjas de ocho horas: permanecen activas desde el alba hasta bien entrada la mañana, en función del calor que haga, y luego se echan su versión de una siesta hasta primera hora de la tarde, cuando vuelven a entrar en actividad hasta el anochecer.

«Ahora mismo, están en modo de acaparar alimento, como si estuvieran trabajando —me explicó Taylor—. Es la pequeña franja del día en la que no les importa ponerse en peligro.»

Hay entre cuatro y cinco familias de cuervos de Nueva Caledonia haciendo crujir los matorrales a los pies de la carretera, revoloteando de rama en rama, picoteando tranquilamente en el suelo. Alguien ha arrojado basura por la cuneta y los cuervos están rebuscando entre los despojos.

Los cuervos de Nueva Caledonia, como las ratas y los seres humanos, son eurífagos y se alimentan parcialmente de plantas y animales diversos. No tienen problemas en consumir insectos y sus larvas, caracoles, lagartijas, carroña, fruta, frutos secos y la basura arrojada por los humanos. La recolección aquí resulta fácil y parece poco probable que hoy se tomen la molestia de emplearse en algo tan exigente como cascar frutos secos. Las nueces de las que se alimentan pertenecen a árboles candiles o kukuis, el mismo árbol que alberga las jugosas larvas de escarabajo que los cuervos americanos extraen con sus herramientas, y no son fáciles de abrir. De repente, oímos un crujido seco en el pavimento, detrás de nosotros. Nos damos media vuelta y vemos a varios cuervos americanos en los árboles que flanquean la carretera.

Uno de ellos se ha posado en una rama bifurcada que sobresale sobre el pavimento; arroja una nuez al suelo, que se parte por el impacto, y luego baja en picado a recoger la semilla del fruto seco.

Los cuervos de Nueva Caledonia no se limitan a cascar nueces de este modo; se sabe que los más *gourmets* de entre ellos emplean este método también para partir caracoles, arrojando ejemplares del caracol endémico *Placostylus fibratus* sobre los lechos rocosos de los riachuelos secos de la selva para deleitarse con su sabroso interior.¹⁴

Muchas aves abren frutos secos, crustáceos y cáscaras de huevo de un modo similar. El pinzón vampiro de las islas Galápagos casca los grandes huevos de los alcatraces de Nazca clavando el pico en el suelo y arrojando con ambas patas el huevo contra las rocas para resquebrajarlo o lanzarlo rodando por un peñasco.¹⁵ El milano pechinegro de Australia dispara piedras sobre nidos de emú y el alimoche común las lanza contra los huevos de avestruz.¹⁶ Las cornejas negras se sirven de los automóviles que transitan por la carretera para chafar las cáscaras especialmente duras, como las de las nueces, que no se parten impactando simplemente contra el pavimento.¹⁷ El hoy famoso vídeo de unos cuervos americanos en una ciudad de Japón muestra a uno de ellos posicionado sobre un cruce peatonal. Cuando el semáforo se pone en rojo, el cuervo coloca la nuez en el cruce y luego regresa volando a su posadero y espera a que el semáforo se ponga en verde y pasen vehículos;

cuando vuelve a ponerse en rojo, se abate sobre el cruce para recoger sin peligro la nuez partida. Si por casualidad no la ha aplastado ningún coche, entonces vuelve a colocarla.

En sentido estricto, arrojar comida sobre superficies duras no se considera hacer uso de herramientas. En el lugar donde me encuentro, los cuervos de Nueva Caledonia han dado un nuevo giro a la idea. Avanzando un poco más por la carretera, un cuervo americano se posa sobre la barandilla de madera recién construida. Deja caer su nuez en un gran agujero circular que hay en la madera, donde hay un gran tornillo metálico. La aloja en él y luego emplea el perno como yunque para sostenerla firmemente mientras hace palanca con el pico hasta conseguir abrirla. Ingenioso.

Otros pájaros utilizan las herramientas que encuentran por el suelo. Cualquiera que hojee las páginas de las publicaciones ornitológicas y el fascinante compendio de Robert Shumaker sobre el uso de herramientas en los animales, titulado *Animal tool behavior*, descubre relatos deliciosos y sorprendentes de aves que emplean objetos encontrados a modo de instrumentos, sea para contener agua, sea para rascarse la espalda, para limpiarse o para atraer a presas.¹⁸ He aquí algunos ejemplos: una cigüeña blanca llevaba agua a sus polluelos en un pedazo de musgo húmedo que escurría para llenarles el pico;¹⁹ unos loros grises africanos achicaban agua de su plato con una pipa de tabaco o un tapón de botella;²⁰ un cuervo americano transportaba agua en un frisbi para humedecer su afrecho seco y otro amarró un muelle de plástico de juguete a su posadero y utilizaba el extremo libre para rascarse la cabeza;²¹ un carpintero del desierto fabricó una pala de madera con la que vaciar una corteza de un árbol para llevar miel a sus polluelos al nido,²² y un arrendajo azul utilizaba su propio cuerpo como servilleta para limpiar a las hormigas del nocivo ácido fórmico con el que se habían rociado y comérselas sin peligro.²³

Algunas aves utilizan objetos a modo de armas. Un cuervo americano en Stillwater, Oklahoma, lanzó tres piñas a la cabeza de un científico que trepaba hacia su nido.²⁴ Un par de cuervos grandes de Oregón defendieron sus nidadas de dos investigadores intrusos desplegando tácticas similares pero con armas más contundentes.²⁵ «Una piedra del tamaño de una pelota de golf me pasó

rozando la cara y aterrizó junto a mis pies», escribió uno de los científicos. Los investigadores asumieron que un cuervo grande posado en un risco había hecho que la piedra se desprendiera accidentalmente. Pero luego vieron a un cuervo grande transportando una piedra en el pico. Con un gesto rápido de la cabeza, el cuervo arrojó la piedra contra su diana. Le siguieron otras seis, una tras otra. Una roca que alcanzó a un investigador en la pierna presentaba algunas marcas que indicaban que el cuervo grande la había arrancado del suelo, donde estaba parcialmente enterrada.

Varios tipos de aves utilizan objetos como señuelo para atraer a los peces. Las garcitas verdosas son expertas pescando con carnaza; se sabe que atraen a sus presas con pan, palomitas, semillas, flores, insectos vivos, arañas, plumas e incluso bolitas y escamas de comida para peces. El estiércol es el reclamo preferido por el mochuelo de madriguera. Estos búhos esparcen montones de heces animales cerca de la entrada de las cámaras de su nido y aguardan inmóviles cual atracadores a que escarabajos peloteros desprevenidos se escabullan hacia su trampa.

Las sitas sujetan láminas o escamas de corteza en el pico para desprender la corteza de los árboles haciendo palanca y poder acceder así a los gusanos que se ocultan tras ella. Un carbonero de lomo castaño fue visto utilizando un pincho para arponear las semillas de un comedero de sebo. Otros usos notables de ramitas y palitos por parte de aves:²⁶ las cacatúas enlutadas los usan a modo de baquetas en la naturaleza, para tamborilear en un tronco de árbol hueco y marcar territorio o bien para dirigir la atención de una hembra hacia un posible nicho de reproducción;²⁷ las cacatúas sulfúreas y los loros grises los emplean para rascarse el dorso (así como la cabeza, el cuello y la garganta); se ha visto a un águila calva aporreando una tortuga con un palo que sujetaba con el pico, y, el que tal vez sea el uso más insólito, en una refriega por unas semillas entre un cuervo americano y un arrendajo se usó una ramita a modo de bayoneta.

Este último ejemplo es el primer caso documentado del uso de un objeto a modo de arma por parte de un ave para atacar a otra, de manera que quizá merezca hacer una pausa para explicarlo. Una mañana de abril a una hora temprana, no hace demasiado tiempo, el ornitólogo Russell Balda estaba observando a un cuervo americano alimentándose sin prisa en un andén en

Flagstaff, Arizona, donde a diario se esparcían semillas diversas para los pájaros lugareños.²⁸ Arrendajos de Steller solían visitar el lugar para aprovechar aquel alimento de fácil acceso y se lo llevaban volando para ocultarlo en puntos cercanos. Un arrendajo, al parecer molesto por la parsimonia con la que el cuervo americano comía aquella mañana, intentó desplazarlo, pese a su inferioridad física, tirándole de las plumas y bombardeándolo en picado, sin éxito. A continuación, el arrendajo voló hasta un árbol cercano y, con movimientos vigorosos del pico, se dispuso a desprender una ramita de una rama muerta. Cuando lo consiguió, agarró el extremo romo con el pico y, con el extremo afilado apuntando hacia fuera, regresó al andén. Blandiendo la ramita como si de una lanza o una jabalina se tratara, arremetió contra el cuervo americano, cuyo cuerpo no alcanzó por menos de dos centímetros. Cuando el cuervo americano se lanzó contra él, al arrendajo se le cayó la ramita. El cuervo americano la agarró, con el extremo en punta hacia fuera, y se la clavó al arrendajo, que huyó volando, con el cuervo americano persiguiéndolo con la ramita aún en el pico.

En su mayoría, éstos son ejemplos de uso esporádico de herramientas. Entre el puñado de aves que, además del cuervo de Nueva Caledonia, utilizan herramientas de manera habitual figura el pinzón carpintero (*Cactospiza pallida*) de las islas Galápagos.²⁹

Uno de los muchos pinzones que Darwin encontró en las Galápagos, todos ellos con la forma del pico optimizada para la fuente de alimento más abundante en las islas donde habita, el pequeño pinzón carpintero de pecho canela, tiene un potente pico con forma de púa que utiliza para desportillar la corteza y la madera vieja y dejar al descubierto larvas y escarabajos. Mientras está en faena, salen disparadas astillas de madera, que emplea para sondear en los árboles las grietas y agujeros que quedan fuera del alcance de su pico. También usa ramitas, peciolos de hojas y púas de cactus para sacar artrópodos de recovecos y rendijas inaccesibles. Sabine Tebbich, una bióloga conductual de la Universidad de Viena que ha estudiado estas aves durante más de quince años, ha descubierto que sólo los pinzones que viven en hábitats áridos e impredecibles, donde el alimento escasea y resulta de difícil acceso, utilizan

herramientas... y lo hacen durante la mitad de las horas que invierten en alimentarse.³⁰ Los pinzones carpinteros que habitan en zonas más húmedas, donde la comida es más abundante y fácil de obtener, por su parte, rara vez usan herramientas.

En el primer estudio experimental de cómo las aves adquieren el uso de herramientas, Tebbich averiguó que los pinzones carpinteros nacen con esta habilidad y no necesitan un tutor adulto para refinarla, si bien sí devienen más habilidosos con el paso del tiempo gracias a un aprendizaje mediante ensayo y error.³¹

Un pájaro que Tebbich adquirió para su estudio le permitió observar de cerca cómo fue desarrollando sus habilidades en el uso de herramientas. Tebbich encontró a *Whish* en un nido abovedado hecho de musgo y hierbas y oculto en las ramas de un árbol *Scalesia* gigante en la isla de Santa Cruz. El polluelo apenas tenía unos días de vida y estaba tullido por el ataque de larvas de moscas. A lo largo de varios meses, un reducido ejército de científicos de la Charles Darwin Research Station se ocupó de brindarle cuidados; dos de ellos documentaron sus progresos en un informe entrañable.³²

Al principio, el pinzón demostraba escaso interés en los objetos. Pero cuando tenía poco menos de dos meses de edad empezó a jugar con tallos de flores y ramitas, que retorció por ocio y sostenía formando ángulo recto con su pico. Al poco investigaba ya sus alrededores con gran curiosidad, pellizcaba botones, mordisqueaba lápices, tiraba del cabello a través de los pequeños orificios de ventilación de un sombrero de fieltro, husmeaba entre los dedos de los pies con su pico y herramientas varias e inspeccionaba oídos y pendientes. A los tres meses de edad era ya un experto en el uso de herramientas y había ampliado su variedad: sondeaba rendijas con ramitas, una pluma, fragmentos de vidrio erosionados por el agua, astillas de madera, trozos de concha y la pata trasera de un gran saltamontes verde. También insertó una ramita entre un calcetín y una bota.

«*Whish* parecía creer que merecía la pena abrir cualquier posible grieta —escribieron los científicos—. Ni siquiera el rostro de las personas era sacrosanto. Volaba a la cara y se agarraba al puente de la nariz, se colgaba cabeza abajo y se asomaba por los orificios nasales. Si se trataba de un rostro barbudo, en ocasiones aterrizaba en la barba, como si se tratara de un tronco

cubierto de musgo. Desde su ubicación con perspectiva privilegiada, metía a la fuerza el pico entre los labios y los separaba. Si la boca se abría, examinaba la dentadura con la punta del pico.»

Recientemente, Tebbich y sus colegas observaron a dos pinzones carpinteros en la naturaleza, un ejemplar adulto y otro joven, haciendo algo innovador: los pájaros encontraron una herramienta nueva y la modificaron para dotarla de una mayor utilidad.³³ El pájaro adulto retorció varias ramitas con púas de una zarza y desprendió las hojas y las ramitas laterales. Orientó la herramienta de tal modo que las púas apuntaran en la dirección correcta para sacar a rastras a su presa, artrópodos, de debajo de la corteza del tronco de una *Scalesia*. El ave más joven observó al adulto utilizar la herramienta y la empleó del mismo modo.

Presiento que otras aves en la naturaleza podrían ser mucho más inteligentes de lo que creemos; simplemente no hemos sorprendido a estos cerebritos en flagrante. Pensemos, por ejemplo, en las cacatúas galeritas (*Cacatua goffini*), pequeñas cacatúas blancas con una cresta parecida a un moño amarillo, conocidas por ser aves curiosas y juguetonas y, cuando están en cautividad, por ser expertas abriendo cerraduras.³⁴ Nadie ha observado a estos pájaros emplear herramientas en su hábitat natural, el bosque seco tropical de las islas Tanimbar, en Indonesia, pero Alice Auersperg y su equipo de la Universidad de Viena vieron a una cacatúa cautiva llamada *Fígaro* arrancar de manera espontánea largas astillas de las vigas de madera de su cueva con el pico y utilizar una de ellas a modo de rastrillo para llegar a un fruto seco que quedaba fuera de su alcance.³⁵ En experimentos ulteriores, *Fígaro* fabricó una nueva herramienta para cada nuez situada fuera de su alcance, elaborando y modificando «de manera óptima, fiable y reiterada» instrumentos parecidos a un palo con diversos materiales y técnicas para lograr su cometido.

Con todo, por lo que sabemos, en materia de fabricación ingeniosa y uso de herramientas en la naturaleza, ningún ave puede medirse con el cuervo de Nueva Caledonia.

Hace unos cuantos años, Christian Rutz, de la Universidad de Saint Andrews, y su equipo utilizaron videocámaras activadas mediante sensores de movimiento para obtener imágenes detalladas del cuervo americano utilizando herramientas en siete puntos del entorno natural.³⁶ En el transcurso de unos cuatro meses, grabaron más de trescientas visitas a estos lugares y ciento cincuenta casos de cuervos americanos sirviéndose de herramientas para extraer larvas de la madera. La destreza del cuervo americano es asombrosa. Un cuervo americano pescando larvas recuerda mucho a los chimpancés del Gombe que Jane Goodall descubrió cazando termitas. Los cuervos americanos pinchan repetidamente las larvas con su implemento hasta que el animalillo muerde con fuerza la punta de éste con sus potentes mandíbulas.³⁷ Moviéndolo con cautela la herramienta, girándola rápidamente a derecha e izquierda y retorciéndola con sumo cuidado, el pájaro saca una larva a la superficie y retira con delicadeza su utensilio sin perder a su presa. Puede sonar fácil, pero no lo es, ni siquiera para nosotros, los humanos, con nuestros ágiles dedos. Rutz y su equipo probaron a realizar con sus propias manos la tarea y descubrieron que requiere «unos niveles destacables de control sensoriomotor» y es «sorprendentemente difícil de dominar».³⁸

En dificultad en la fabricación de herramientas, sólo los chimpancés y los orangutanes igualan o superan la sofisticación de los cuervos de Nueva Caledonia. Y ni siquiera estas celebridades entre los primates son capaces de hacer utensilios con gancho.³⁹ Y por si eso no fuera suficiente, los cuervos americanos no fabrican uno, sino dos tipos de herramientas de gancho: uno a partir de ramitas frescas y otro a partir de los bordes con púas de las hojas del pandano, un tipo de palma.

Serán fanfarrones...

Para fabricar una herramienta de gancho a partir de una ramita fresca hay que cortar un extremo de una ramita bifurcada, arrancarla justo por debajo de la base de la bifurcación y luego desprender todos los vástagos laterales. A partir del corto tocón que queda, el cuervo americano esculpe un pequeño gancho, cuya punta afila hasta que resulta óptima para pescar a una presa pequeña.

Las herramientas de pandano se elaboran a partir de las hojas espinosas con forma acicular que coronan este árbol.⁴⁰ Existen tres diseños: anchas, estrechas y serradas. La versión serrada es la más sofisticada, explica Alex Taylor. Es ancha y robusta por la parte superior, fácil de agarrar y va menguando gradualmente hasta un extremo delgado y flexible que sirve para sondear. Para fabricarla son precisos numerosos movimientos complejos realizados de una manera muy precisa: cortar por un punto y rasgar a partir de ese borde, luego cortar por otro punto y rasgar a partir de allí, varias veces seguidas.⁴¹ La versión definitiva recuerda mucho a una sierra en miniatura, pero se utiliza como sonda para obligar a saltamontes, grillos, cucarachas, babosas, arañas y otros invertebrados a salir de escondrijos y rendijas que de otro modo resultarían inaccesibles.

Una característica destacada de estos instrumentos es que, a diferencia de las herramientas fabricadas por otros animales, como los implementos con punta de cepillo que usan los chimpancés y que fabrican de modo secuencial, la forma y el diseño completos de la herramienta «serrada» de pandano está predeterminada antes de su fabricación.⁴² El cuervo americano la fabrica de principio a fin sin desprenderla de la hoja y sólo la emplea como herramienta tras realizar un último corte que la escinde de ella. Algunos científicos plantean que podría trabajar a partir de una especie de plantilla mental.

Y otro dato interesante: una vez la herramienta se desprende de la hoja, queda una impresión en negativo exacta de su forma en ésta, un «vaciado». En un estudio realizado en toda la isla, Gavin Hunt y Russell Gray, de la Universidad de Auckland, analizaron las formas de más de cinco mil vaciados distribuidos en docenas de emplazamientos por toda Nueva Caledonia.⁴³ Descubrieron que los estilos de fabricación de herramientas variaban de un lugar a otro y que parecen haber persistido durante décadas. En determinadas zonas de la isla, los cuervos americanos fabrican principalmente herramientas anchas; en otras, herramientas estrechas. El diseño de herramientas serradas es el más generalizado en toda la isla. En la isla de Mare, adyacente a Nueva Caledonia, afirma Hunt, los cuervos americanos sólo fabrican herramientas anchas. En otras palabras, parece que podrían existir estilos o tradiciones locales de fabricación de herramientas que se transmiten de generación en generación.

Transmisión fidedigna de diseños de herramientas regionales: de ser ello cierto, encaja bastante bien con la definición del término *cultura*.⁴⁴

Es más, en opinión de Hunt, existen pruebas de que los cuervos americanos han introducido mejoras incrementales en sus diseños de herramientas en el transcurso del tiempo, lo cual los convertiría en la única especie no primate conocida hasta la fecha que da muestras de un «cambio tecnológico acumulativo».⁴⁵ En la mayoría de los emplazamientos de Nueva Caledonia, los cuervos americanos únicamente fabrican herramientas serradas, el más complejo de los tres diseños de instrumentos creados con hojas de pandano. «Creo que es altamente improbable que un cuervo americano inexperto, sin práctica en elaborar herramientas de pandano, pudiera haber inventado una herramienta con múltiples dientes sin primero probar una herramienta más sencilla», apunta Hunt. Sin embargo, no existen indicios de diseños más básicos con hoja de pandano en estos lugares. «Estas aves no parecen fabricar diseños preliminares más sencillos —añade Hunt—; parecen ir directamente al diseño más complejo, de la misma manera que los seres humanos fabricamos el último modelo y no recapitulamos por todas las fases tecnológicas que nos permitieron llegar al diseño actual.» Se trata de pruebas circunstanciales, claro está, pero «a menudo aceptamos explicaciones ponderadas en la ausencia de pruebas absolutas», afirma Hunt. A su parecer, las pruebas apuntan a una mejora acumulativa en la tecnología de las herramientas de pandano.

Christian Rutz aclara que aún no se dispone de evidencias suficientes para avalar tales afirmaciones; se precisan estudios adicionales.⁴⁶ Con todo, los cuervos americanos sí parecen entender cómo funcionan sus herramientas de palo con gancho, lo cual apunta a cómo pudieron producirse estas mejoras acumulativas. En una serie de experimentos realizados en cuervos de Nueva Caledonia capturados en la naturaleza, Rutz y su colega James J. H. St Clair descubrieron que los pájaros prestaban mucha atención a qué extremo de una herramienta tenía forma de gancho y la orientaban correctamente.⁴⁷ Esta identificación, escriben, «tiene implicaciones para las escalas temporales durante las cuales las herramientas pueden conservarse y resultar provechosas». O sea, estas aves son capaces de reutilizar una herramienta incluso aunque no recuerden en qué posición la han dejado y, además, pueden

usar herramientas descartadas por otros pájaros, lo cual, según afirman los científicos, «podría ser, en potencia, un mecanismo clave para el aprendizaje y la difusión sociales de información relacionada con las herramientas entre las poblaciones de cuervos americanos». Además, afirma el dúo de científicos, la habilidad del cuervo americano para distinguir entre las características funcionales de las herramientas y modificarlas (mejorarlas un poco) puede hacer que devengan más complejas.

¿Qué hizo que, de entre las ciento diecisiete especies de córvidos, el cuervo de Nueva Caledonia se convirtiera en un experto fabricando y manejando implementos?⁴⁸ ¿Qué fuerzas impulsaron al cuervo americano a desarrollar esta asombrosa habilidad? Hay otros cuervos inteligentes. Otros cuervos viven en zonas tropicales. ¿Tiene algo especial este lugar? ¿Esta ave?

Nueva Caledonia es en todos los aspectos un lugar maravilloso, una espiga remota de tierra de trescientos cincuenta kilómetros de longitud entre Nueva Zelanda y Papúa. Vista desde el aire, la isla parece haber surgido de las mismas fuerzas imponentes que otros archipiélagos del Pacífico, como Hawái, Bali o la cercana Vanuatu, con sus altas montañas verdes, playas blancas y lagunas azules.⁴⁹ No obstante, a diferencia de la mayoría de las islas que salpican estos cálidos mares, Nueva Caledonia no es ni joven ni volcánica. Es la descendiente geológica del supercontinente antiguo llamado Gondwana, el extremo más septentrional de un continente sumergido casi por completo, Zelandia, el cual se escindió de Australia hace sesenta y seis millones de años. Permaneció bajo agua hasta que finalmente afloró hace treinta y siete millones de años.

La isla es uno de los lugares más tranquilos que yo conozco. Tiene aproximadamente la misma extensión que Nueva Jersey, pero menos de un tres por ciento de su población, de manera que en muchos lugares parece casi deshabitada.⁵⁰ Los canacos, los indígenas, representan más de dos quintas partes de la población, mientras que los caldoches, los europeos, en su mayoría franceses, componen en torno a un tercio; el resto son una mezcla de pueblos procedentes de las islas vecinas. Las carreteras desiertas están frecuentadas por unos grandes calamones conocidos como pukekos, con picos

de color rojo vivo y pechos de color púrpura. Altas y esbeltas araucarias columnares soportan el cielo como pilares. En inglés, estas altísimas coníferas reciben el nombre de *Cook pines* en honor al célebre explorador James Cook. Cuando el capitán Cook se aproximaba a la isla (fue uno de los primeros europeos en hacerlo) en 1774, él y su tripulación vieron «un enorme cúmulo [...] de objetos elevados» y apostaron a si eran árboles o pilares de piedra.⁵¹ Estos pinos pertenecen a una familia de árboles que suele recibir el nombre de «fósiles vivos» porque recuerdan a los árboles perennes ancestrales que poblaban el planeta en tiempos de los dinosaurios. Una cordillera recorre el centro de la isla como una espina dorsal; las laderas orientales son de un verde parcheado y están revestidas de selva primigenia. En la penumbra bajo el dosel que forman las copas de los árboles habita el fantasmal kagú, un ave que podría ser una especie relictica de los días de Gondwana.⁵²

El bosque primigenio que antaño cubrió como un manto Nueva Caledonia ha quedado reducido a parcelas. Pero la isla sigue siendo un crisol de diversidad, con más de veinte mil especies de insectos calculadas, incluidas más de setenta oriundas de mariposas y más de trescientas de polillas.⁵³ La isla es hogar de unas tres mil doscientas especies de plantas, tres cuartas partes de las cuales son endémicas y no se encuentran en ningún otro lugar.⁵⁴ Por este motivo, Nueva Caledonia suele considerarse un subreino florístico propio.

Es también un arca de Noé de animales colosales, como el gecko gigante, el «diablo de los árboles», por ejemplo, que mide treinta y cinco centímetros de largo, y escíncidos que alcanzan la imponente longitud de cincuenta y ocho centímetros.⁵⁵ El descomunal caracol de tierra aerobio *Placostylus fibratus* crece hasta los doce centímetros. Y la grandiosa dúcula imperial, conocida localmente como notou, es la paloma arbórea más grande del mundo, con casi un kilo de peso, aproximadamente el doble que una paloma bravía común. Por el camino de la extinción ha caído el calamón terrestre *Porphyrio kukwiedei*, un ave de las dimensiones de un pavo, y el inmenso *Sylviornis neocaledoniae*, un ave de un metro setenta de alto y treinta kilos de peso incapaz de volar.

En las islas suceden cosas extrañas. El gigantismo no es ninguna rareza, como tampoco lo son el enanismo, los experimentos estridentes o las anomalías de toda índole. En la isla de Borneo avisté a un monarca colilargo

asiático macho, un ave no más grande que un petirrojo, pero con un par de plumas centrales insólitamente largas colgando de la cola y que, a modo de serpentinas opalescentes de treinta centímetros de longitud, formaban ondas entre el vívido verde de la selva como si de la estela de un cometa se tratara.

Las islas son castillos de experimentación rodeados por fosos. La competencia es menos fiera y los depredadores menos abundantes que en los continentes, a resultas de lo cual la experimentación evolutiva no se castiga de manera tan rápida o despiadada. Y eso incluye la experimentación conductual, como jugar con herramientas. (Quizá no resulte sorprendente que las únicas otras aves en el planeta que maquinan de manera regular con herramientas sean los pinzones carpinteros de las Galápagos.)

De acuerdo con Christian Rutz y sus colegas, el cuervo americano probablemente llegara a la isla de Nueva Caledonia en algún momento tras su emersión hace 37 millones de años.⁵⁶ Se han desenterrado algunos cráneos y huesos de cuervo americano en la cueva de Mé Auré, situada en la región de Moindou de la isla. Sin embargo, estos restos sólo tienen varios miles de años, de manera que no sirven de excesiva ayuda para entender la historia evolutiva más profunda de este pájaro.

La familia de los córvidos se dividió en diversos linajes hace decenas de millones de años, pero seguramente la línea ancestral del cuervo de Nueva Caledonia no sea tan antigua. Es probable que los ancestros del cuervo americano recorrieran grandes distancias sobre mar abierto para llegar hasta Nueva Caledonia, sugiere Rutz, posiblemente procedentes del Sudeste Asiático o de Australasia. Los cuervos de Nueva Caledonia actuales son voladores lamentables; no suelen salvar más que breves trayectos de posadero en posadero y, cuando tienen que recorrer distancias más largas, su vuelo es lento y trabajoso. Pese a ello, Rutz sospecha que descienden de aves que eran o bien potentes voladoras o bien colonizadoras afortunadas. Y con toda probabilidad, fue después de que estos cuervos americanos colonizaran el archipiélago cuando desarrollaron su extraordinaria habilidad para fabricar y utilizar herramientas, en algún momento hace varios millones de años.

Para los animales lo bastante inteligentes para extraerlo, Nueva Caledonia ofrece un tesoro oculto de presas succulentas y jugosas: las larvas del escarabajo longicornio y otros invertebrados que excavan en las profundidades de la madera.⁵⁷ Dichas larvas presentan un alto contenido en proteínas y lípidos vigorizantes.⁵⁸ Según Rutz, un cuervo americano puede colmar sus requisitos energéticos diarios comiendo sólo unas cuantas larvas. No existe demasiada competencia para acceder a estas «barritas energéticas» naturales. No hay pájaros carpinteros ni monos, simios, aye-ayes, falangeros listados u otros animales considerados especialistas en extracción capaces de sacar comida de agujeros.

Y tampoco hay montones de enemigos que amenacen al cuervo americano por tierra o aire. Ciertamente, en la isla hay algunos depredadores aéreos, como el milano silbador, el halcón peregrino o el gavián de Nueva Caledonia, pero por lo general no se los considera amenazas para el cuervo americano. En Nueva Caledonia no hay serpientes (salvo la serpiente ciega y fosorial, que habita sólo en los islotes más pequeños adyacentes a la isla principal) y tampoco hay mamíferos depredadores nativos. Los únicos mamíferos oriundos de la isla son nueve especies de murciélago que desempeñan un papel fundamental en dispersar las semillas de muchas especies arbóreas de los bosques pluviales. Cuando Cook llegó a la isla y la bautizó con el nombre de Nueva Caledonia en honor a su querida Escocia, llevó consigo dos perros como regalo para el pueblo canaco. Pésima idea. Ahora abundan los perros salvajes, junto con otras especies introducidas, como los gatos y las ratas. Los perros han diezmando la población de kagús, si bien suponen poco peligro para el cuervo americano.

Una consecuencia de tan modesta amenaza por parte de competidores y depredadores es que los cuervos americanos viven libres de la carga de la vigilancia; dicho de otro modo: disponen de tiempo y tranquilidad mental para jugar con palitos y hojas punzantes, para hincar y sondear, para morder, rasgar y volver a sondear, sin tener que alzar la vista siquiera.⁵⁹ Es posible que vivir al margen de tales amenazas propiciara la evolución de una infancia más ociosa, en la que las crías, bajo la atenta mirada de sus progenitores, podían aventurarse a elaborar herramientas y refinar sus habilidades progresivamente sin morir de hambre en el proceso.

Las crías de cuervo americano no nacen sabiendo fabricar herramientas. Ciertas evidencias sugieren que presentan predisposición genética a utilizarlas, al igual que los pinzones carpinteros. Un experimento demostró que las crías de cuervo americano en cautividad aprenden a fabricar y utilizar herramientas básicas de palo por cuenta propia, sin contacto con adultos.⁶⁰ Sin embargo, en lo que concierne a la elaboración de herramientas más complejas, las aves jóvenes se benefician claramente de las enseñanzas y los ejemplos de los adultos.

Así, por ejemplo, confeccionan herramientas con pandano al poco de pasar un cierto tiempo con un adulto. El proceso de aprendizaje suele ser una escuela de golpes duros, templados por los mimos del progenitor o los progenitores presentes. Como estudiante de doctorado bajo la tutela de Russell Gray y Gavin Hunt en la Universidad de Auckland, Jenny Holzhaider pasó dos años en los bosques pluviales de Nueva Caledonia observando cómo los jóvenes cuervos americanos aprenden a fabricar y utilizar herramientas de pandano en la naturaleza.⁶¹ Visionar las cintas de vídeo que ella y Gray grabaron de un ave llamada *Yellow-Yellow* (por las dobles listas amarillas que luce) es similar a ver a un bebé aprender a comer con cuchara sin derramar la comida. Se trata de un proceso lento, repleto de errores y oportunidades perdidas.

En su conferencia acerca de la evolución de la cognición, Gray describe el progreso de la joven ave.⁶² Al principio, *YellowYellow* no tiene ni idea de qué está haciendo. A los dos o tres meses de edad presta suma atención a las acciones de su madre, *Pandora*. La observa pescar con su herramienta, que luego toma prestada e intenta introducir lateralmente haciendo cuña en un orificio. Parece entender para qué sirve, pero aún no sabe cómo usarla. Al utilizar las herramientas de su madre y seguirla como una lapa, aprende qué tipos de plantas y palos constituyen buenas cañas de pesca y para qué sirven los distintos utensilios.

Ahora bien, cuando empieza a fabricar sus propias herramientas, no imita los movimientos de su madre. En su lugar, lo que emula son las herramientas que ésta confecciona, intentando hacer copias aproximadas. Ello podría ayudar a explicar la existencia de estilos «regionales» de fabricación.⁶³ Mediante la observación y el uso de las herramientas fabricadas por sus

padres, los cuervos americanos jóvenes «pueden componerse una suerte de plantilla mental del diseño regional y usarla como base para elaborar sus propias herramientas —explica Gray—. Sabemos que, en lo que respecta a los cantos de los pájaros, existen una serie de plantillas que las crías aprenden mediante el método de ensayo y error, imitando los trinos de los adultos. Quizá se empleen el mismo tipo de circuitos neuronales a la hora de utilizar plantillas para fabricar herramientas».64

El resto del proceso parece ser un asunto de mera experimentación. En el transcurso de los meses siguientes, la joven ave prueba a desgarrar hojas de pandano a tontas y a locas. Los fragmentos y trocitos que desprende parecen aleatorios, pero le sirven para cogerle el tranquillo a la técnica.

A los cinco meses de edad es capaz de fabricar algo parecido a una herramienta. Sin embargo, suele usar la parte errónea de la hoja del pandano, la que carece de púas, de manera que la herramienta resulta inútil. Le da la vuelta e intenta utilizarla de otro modo, sin suerte. Unos meses más tarde domina ya la secuencia «de fabricación» y ejecuta todos los movimientos pertinentes: corta las hojas del pandano por la zona correcta y las rasga paso a paso, todo ello con sumo esmero. Pero, al haber comenzado por un lugar equivocado, la herramienta está invertida, con las púas en sentido contrario.

La mitad de las herramientas que *Yellow-Yellow* fabrica no le servirán para conseguir alimento. Tarda casi un año y medio en haber practicado lo suficiente para elaborar herramientas de pandano similares a las de los adultos que le permitan alimentarse por sí mismo. Eso supone una temporada larga de aprendizaje. Y sólo es posible gracias a que sus padres refuerzan su educación permitiéndole seguirlos a todas partes y emplear sus herramientas y, cuando no consigue alimentarse por sí solo, le colocan una o dos larvas bien gorditas en el pico para sacarlo del apuro. La isla también contribuye permitiéndole invertir largas horas de su vida juvenil en perfeccionar sus habilidades, avanzando gradualmente de aprendiz torpe a reparador *amateur* y, finalmente, a experto fabricante de herramientas, sin interrupción, por ejemplo, a causa de la muerte.

En este sentido, los cuervos de Nueva Caledonia pueden aportarnos pistas para entender nuestras propias estrategias vitales, en tanto que humanos. Los humanos destacamos en la tribu de los primates por el dilatado período de

dependencia juvenil que disfrutamos y por nuestras estrategias de supervivencia basadas en un aprendizaje intensivo. En opinión del equipo de Auckland, el vínculo entre el elevado nivel de habilidades técnicas en la búsqueda de comida y el largo período de provisión de la misma por parte de los progenitores tanto en los seres humanos como en los cuervos de Nueva Caledonia sugiere que entre ambos rasgos podría existir una relación de causa-efecto.⁶⁵ Se conoce como hipótesis del aprendizaje temprano. Quizá poseer habilidades de aprendizaje en el manejo de herramientas intensivas desempeñe un papel en la prolongación del período juvenil. En este sentido, los cuervos de Nueva Caledonia pueden proporcionarnos un buen modelo para investigar la repercusión evolutiva del uso de herramientas en la historia vital, no sólo en el caso de las aves, sino también en el de las personas.

Un tesoro oculto de succulenta comida, la exigua competencia y la escasez de depredadores podría haber generado las condiciones que propiciarán la fabricación de herramientas, si bien, tal como señala Christian Rutz, estos factores por sí solos no bastan para generarla.⁶⁶ Muchos cuervos americanos en la región del Pacífico con estilos de vida similares y acceso a hojas de pandano no fabrican herramientas. En el nordeste de Australia habita el cuervo de Torres, un pariente del cuervo de Nueva Caledonia. Vive entre las larvas de escarabajo longicornio australiano y carece de competencia para hacerse con esta fuente alimenticia hipernutritiva, pero no ha averiguado cómo acceder a ella mediante herramientas. Tampoco lo ha hecho el cuervo americano de pico blanco de las islas Salomón, quizá el pariente más cercano del cuervo americano de Nueva Caledonia y también un usuario de herramientas.

¿Hay algo especial en la composición física o mental del cuervo de Nueva Caledonia? ¿Algo en su cuerpo o en su cerebro que lo diferencie de otros córvidos?

Mi primer encuentro con esta ave ocurrió una mañana al salir de mi cabaña en La Foa, en la Nueva Caledonia central.

Allí estaba, unos pasos delante de mí, en las ramas bajas de un árbol pelado. En cierto sentido, me alegré de comprobar que no se diferenciaba mucho de los cuervos americanos que frecuentan mi vecindario. Cuello, patas y alas de color ébano. Las plumas superiores, brillantes, violeta iridiscente, azul o verde negruzco, en función de la luz. El cuerpo del tamaño de... bueno... de un cuervo americano pequeño, aunque un poco más compacto que los cuervos americanos de mi barrio y más fornido que un arrendajo común o una grajilla occidental.

El cuervo en cuestión me saluda con la cabeza. Tiene unos ojos grandes y saltones, de un color marrón oscuro, brillantes e inteligentes. Están ubicados más hacia el frente de la cabeza y puede rotarlos y enfocarlos hacia delante mientras utiliza herramientas, cosa que da lugar a un extraordinario «solapamiento» binocular, superior al de cualquier otra ave.⁶⁷ Este amplio campo visual binocular permite al cuervo americano colocar correctamente el pico cuando investiga con una herramienta.

Nuevos estudios realizados por Alex Kacelnik y sus colegas de la Universidad de Oxford apuntan a otro giro visual. Los cuervos americanos, como los seres humanos, tienen un ojo dominante. Los cuervos americanos sujetan sus herramientas en uno u otro lado del pico para poder ver la punta y su objetivo con el ojo que prefieran. En palabras de Kacelnik: «Si sujetaras un cepillo con la boca y uno de tus ojos fuera mejor que el otro calibrando la longitud de dicho cepillo, lo sostendrías de tal modo que su punta cayera en el ángulo de visión de tu ojo dominante. Eso es exactamente lo que hacen los cuervos americanos».⁶⁸

Por su parte, el pico del ave es recto, cónico y práctico, desprovisto de los ganchos o curvas caprichosos que caracterizan el pico de los demás córvidos, cosa que le permite agarrar con mayor firmeza una herramienta y colocar su punta en el rango de su potente campo binocular.⁶⁹

El pico es el único apéndice que las aves tienen para investigar el mundo comestible. Por lo común, su forma limita seriamente lo que un pájaro puede comer. Los halcones y las águilas tienen picos curvos para abalanzarse sobre los conejos. Las garzas tienen picos con forma de pinzas para pescar los escurridizos peces. Los pájaros carpinteros tienen picos afilados como una

piqueta que les permiten astillar la madera. Algunos cuervos americanos tienen picos en forma de gancho, otros en forma de pinza y aun otros en forma de arpón.

Por sí solo, el pico del cuervo de Nueva Caledonia llega hasta donde llega. Pero este cuervo americano ha averiguado cómo ampliar su alcance mediante el milagro de las herramientas.

No está claro qué fue primero, si la fabricación de herramientas o las inusitadas adaptaciones físicas tan nítidamente adecuadas a sus requisitos.⁷⁰ ¿Predispusieron su forma del pico y su visión especializada a los cuervos americanos a dominar el arte de elaborar y usar herramientas? ¿O fue su uso de herramientas, una conducta adaptada a sus oportunidades ecológicas extraordinarias, esas deliciosas larvas ocultas, lo que moldeó gradualmente su sistema visual y sus picos? Éste es el tipo de relación de causa-efecto misteriosa que los biólogos adoran y detestan a partes iguales.

Sea como fuere, afirman los científicos, estas dos características (el sistema visual especializado y el pico recto y cónico) permiten un nivel de control de las herramientas imposible para otros córvidos y son similares a los rasgos que posibilitaron nuestro manejo habilidoso de implementos, incluida la visión binocular y unas muñecas flexibles y los pulgares oponibles, que nos permiten agarrar y hacer pinza con precisión.⁷¹

Tal como señala Gavin Hunt, otros aspectos del estilo de vida con fabricación de herramientas del cuervo americano de Nueva Caledonia recuerdan al nuestro.⁷² Se da un período juvenil extraordinariamente prolongado con cuidados paternos, el cual sustenta el aprendizaje de la fabricación y el uso de herramientas. Más aún, afirma Hunt, «tanto en los seres humanos como en el cuervo americano, el uso de herramientas se hereda genéticamente a la par que es flexible y, por consiguiente, generalizado, si no ya universal. Los casos de uso de herramientas parecen ser dispersos en ambas especies. De ahí que el proceso de transmisión, aunque implique menos aprendizaje social en los cuervos de Nueva Caledonia que en los seres humanos, genere un resultado muy similar».

* * *

El cuervo me mira fijamente, una mirada intensa y curiosa, como si me preguntara qué me resulta tan sorprendente. Por mi parte, me pregunto si el cerebro dentro de esa cabecita negra se diferencia en algo del cerebro de otros córvidos. Las investigaciones sugieren que podrían existir pequeños matices.⁷³ Un estudio demuestra que el cerebro del cuervo de Nueva Caledonia es más grande, al menos en comparación con el de las cornejas negras, las urracas y los arrendajos europeos.⁷⁴ (Sin embargo, tal como sabemos, el tamaño general del cerebro puede ser una medida rudimentaria.) Además, presentan cierto engrosamiento en zonas del cerebro anterior implicadas, según se cree, en un control motor preciso y en el aprendizaje por asociación.⁷⁵ Ello podría mejorar la destreza del cuervo americano y potenciar su capacidad para prestar atención a lo que hace, una gran ventaja ante cualquier desafío mental. Es más, tal como señala Russell Gray, los cerebros de los cuervos de Nueva Caledonia tienen recuentos ligeramente superiores de células gliales, que en los seres humanos parecen participar en el mecanismo de aprendizaje y memorización conocido como plasticidad sináptica.⁷⁶ En suma, los cerebros de estos cuervos americanos pueden «no presentar ninguna estructura nueva adicional milagrosa, sino sólo pequeños ajustes incrementales», observa Gray.⁷⁷

Pero ¿son estos cuervos americanos capaces de un pensamiento de nivel superior? ¿Entienden los principios físicos como la causa y la consecuencia? ¿Razonan, planifican y progresan en función de sus conocimientos?

El equipo de la Universidad de Auckland y sus colegas lleva en torno a una década estudiando la mente del cuervo americano, asomándose a sus recovecos y grietas para observar qué tipo de entendimiento especial pueden poseer estas aves, si es que poseen alguno. No les interesa tanto proclamar a los cuatro vientos la inteligencia general del cuervo americano como explorar lo que denominan los mecanismos cognitivos «característicos» que intervienen cuando el ave resuelve problemas.⁷⁸ Tales mecanismos podrían ser los bloques de construcción o los cimientos de capacidades cognitivas humanas tan sofisticadas como la intuición, el razonamiento, la imaginación y la planificación. Incluyen habilidades como la capacidad de contemplar las consecuencias de las propias acciones, de entender la causa y el efecto y de evaluar las características físicas de los materiales.

«Cuando estas aves solucionan un problema, podrían estar empleando formas de cognición intermedias entre el aprendizaje simple y el pensamiento humano», explica Taylor. Las características cognitivas evidentes en el comportamiento del cuervo americano podrían representar los pasos intermedios en el camino hacia nuestras propias capacidades cognitivas complejas, como la de imaginar situaciones o razonar acerca de la causa y la consecuencia.⁷⁹ «Por eso nos interesa tanto el cuervo americano como especie modélica —explica Taylor—. Detectar los mecanismos cognitivos que utiliza puede arrojar conocimientos acerca del pensamiento humano y de la inteligencia en general.»

Piense en lo que *007* hacía en aquel vídeo del rompecabezas en ocho fases con metaherramientas. Daba la impresión de que el inteligente cuervo americano resolvía el problema de manera intuitiva. Parecía estudiar el problema en su conjunto —«En esa caja hay comida y no llego a ella con el pico»— y, a continuación, recreando una situación compleja en su cabeza, solucionarlo en un destello de intuición, planificar su secuencia de movimientos y ejecutarlos de uno en uno, manteniendo su objetivo último siempre en mente.

De acuerdo con Russell Gray, que realizó los experimentos con metaherramientas originales con Taylor, lo que hizo *007* probablemente fuera menos sensacional que eso, aunque no por ello menos fascinante.⁸⁰ En efecto, el pájaro analizó el problema. Pero probablemente no empleara la imaginación ni proyectara situaciones tal como hacemos nosotros, ni tampoco lo resolviera en un destello de intuición. En su lugar, actuó teniendo en cuenta los objetos físicamente presentes, con los cuales estaba familiarizado. Sabía cómo funcionaban. Prestó mucha atención a la interacción entre sus herramientas y los demás objetos. Basándose en su experiencia pasada con dichos objetos, ejecutó la secuencia apropiada de acciones que condujeron a su objetivo. Si en algún momento proyectó una situación mental, apunta Gray, sería de una suerte muy limitada, dependiente del contexto y de la experiencia.⁸¹

Las acciones de *007* podrían ser más sofisticadas o más simples que esto, apunta Alex Taylor, «una suerte de toma de decisiones momento a momento, sin ningún tipo de simulación mental. Sencillamente, lo desconocemos. Son

hipótesis concurrentes que debemos comprobar». ⁸²

La pajarera donde la Universidad de Auckland lleva a cabo sus experimentos en materia de exploración mental se encuentra en un campo cubierto de maleza situado tras un pequeño centro de investigación en Focalo. En la estación de las lluvias, un riachuelo serpentea por la zona, sometida a extremas inundaciones durante las tormentas; ahora su lecho está seco, sombreado por los caóticos árboles melaleuca y por algún que otro pandano esporádico. Salvo por el grave y ronco graznido de siete cuervos americanos que actualmente ocupan estos recintos con red, la escena es tranquila. Los caballos pasean por el campo y, ocasionalmente, cuando se acercan demasiado a ellos, desencadenan las estridentes voces de alarma de los cuervos americanos.

Diversos cuervos americanos sometidos a estudio intensivo han pasado por esta pajarera, entre ellos *007* y ahora *Blue*, así llamado por la banda azul que lleva en la pata izquierda. El equipo de Auckland mantiene a las aves en la pajarera unos cuantos meses antes de reintegrarlas a la naturaleza (por ejemplo, *007* fue liberado en su bosque de origen, en el monte Koghi de Nueva Caledonia). Las bandas de colores los ayudan a diferenciar a las aves y sirven de sustitutas de un nombre hasta que se les ocurre algo imaginativo. Tras bautizar a más de ciento cincuenta pájaros (*Icarus*, *Maya*, *Lazlo*, *Luigi*, *Gypsy*, *Colin*, *Caspar*, *Lucy*, *Ruby*, *Joker* y *Brat*, por mencionar sólo a unos cuantos), Alex Taylor afirma que ha agotado su reserva y pide sugerencias. ⁸³ Así que *Red* y *Green*, las hijas de *Blue*, ahora llevan el nombre de mis hijas, *Zoë* y *Nell*.

Los científicos capturan a los cuervos americanos utilizando una red «lanzada al aire con rapidez» e intentan cazarlos en grupos familiares. En los lugares con poblaciones de alta densidad (de unos veinte cuervos americanos por kilómetro y medio cuadrado, por ejemplo), es un proceso bastante sencillo. Sin embargo, en muchos puntos de la isla, sobre todo en los bosques de mayor altitud, los pájaros están más diseminados (no habrá más de dos o tres cuervos americanos por cada kilómetro y medio cuadrado) y pueden resultar particularmente difíciles de atrapar. El colega de Taylor, Gavin Hunt, recientemente se las vio y se las deseó para apresar aves en la zona del monte

Panié. Era la temporada oficial de caza de dúculas entre los canacos. Los cuervos de Nueva Caledonia acaban de vez en cuando en la línea de fuego destinada a estas palomas, de manera que durante esta época se muestran más esquivos de lo habitual. Hunt regresó de la caza con las manos vacías. Incluso sin la perturbación de los disparos, se trata de un proceso que requiere paciencia.

Una vez trasladan a los cuervos americanos capturados a la pajarera, éstos no tardan en acomodarse a su nuevo alojamiento. ¿Y quién no lo haría? Taylor y su colega Elsa Loissel los alimentan con tomates maduros frescos, carne de vacuno en dados, papaya, coco y huevos. («Las personas tienen la impresión errónea de que la ciencia consiste sólo en pensar y experimentar —bromea Loissel—, cuando gran parte del tiempo se invierte en trocear tomates y cortar carne en daditos.») Al cabo de poco tiempo, las aves se establecen y descienden zumbando a la mesa de trabajo. «El truco consiste en mantenerlas entretenidas —explica Taylor—, en conseguir que sus tareas les resulten lo bastante arduas como para que no pierdan el interés y participen.»

«Nuestro objetivo es entender cómo piensan estos cuervos americanos», aclara Taylor. ¿Cómo resuelven problemas complejos? ¿Lo hacen mediante intuición, razonamiento o algo más mundano?

Pensemos en la tarea de tirar de la cuerda que formaba parte del desafío en ocho pasos de 007. A ojos de algunos científicos, la fascinante habilidad del cuervo para tirar de manera espontánea de un palito atado a una cuerda que colgaba de una percha era una prueba de intuición. El pájaro se compone una simulación mental del problema (en la que imagina la consecuencia que tirar de la cuerda tendrá en la ubicación del alimento) y, acto seguido, ejecuta un plan para resolverlo.

Para comprobar si esto era cierto, Taylor y sus colegas prepararon una variante del experimento utilizando un cordel con carne atada en un extremo a modo de recompensa.⁸⁴ En su versión, los cuervos americanos no veían la carne acercarse a ellos al tirar de la cuerda. Ello supuso un obstáculo para las aves. Sin el refuerzo visual de la carne acercándose cada vez más, que les daba la pista de continuar tirando de la cuerda, sólo un cuervo americano de once lo hizo de manera espontánea el número suficiente de veces para llegar a la comida. Un rendimiento equiparable a la estolidez canina. (Cabe decir que

los humanos también metieron la pata en este sentido: los científicos comprobaron la tarea de la conectividad mediante cuerdas en cincuenta estudiantes universitarios, explica Taylor, y nueve de ellos suspendieron.) Cuando se dio a las aves un espejo en el que observar su progreso, volvieron a sobresalir en la resolución del problema. De haberse tratado de un problema de intuición, de un entendimiento repentino e instantáneo de la causa y el efecto («tira de la cuerda y la carne se acercará»), los cuervos no habrían necesitado la pista visual para continuar dirigiendo sus acciones.⁸⁵

Aunque sigue sin determinarse si los cuervos de Nueva Caledonia registran saltos evolutivos espoleados por la intuición, estos experimentos sugieren que estas aves poseen una capacidad extraordinaria para apreciar las repercusiones de sus propias acciones, afirma Taylor, así como para prestar atención a la interacción de los objetos. Se trata de poderosas herramientas mentales en lo relacionado con la fabricación y el empleo de instrumentos materiales.

* * *

El equipo de Auckland intenta averiguar también si los cuervos americanos entienden principios físicos básicos.⁸⁶ En este sentido, un «paradigma apropiado para los cuervos americanos», en palabras de Taylor, es una versión experimental de la antigua fábula de Esopo «El cuervo y el cántaro».

En dicha fábula, un cuervo sediento encuentra un cántaro de agua medio lleno. Incapaz de llegar al agua para bebérsela, el cuervo va lanzando al interior del cántaro piedrecita tras piedrecita hasta que el nivel del agua asciende lo suficiente como para poder beberla.

Pues resulta que no es sólo un cuento popular.⁸⁷ Los cuervos de Nueva Caledonia hacen exactamente eso: arrojar piedras en un tubo lleno de agua para aumentar el nivel. Y, tal como Sarah Jelbert descubrió mientras trabajaba con el equipo de Auckland, si se les plantea la disyuntiva de usar objetos pesados o ligeros, sólidos o huecos, los cuervos americanos seleccionan automáticamente los que se hundirán frente a los que flotarán. Saben qué materiales elegir y escogen la opción correcta en el noventa por ciento de las ocasiones. Ello sugiere que los cuervos americanos entienden el desplazamiento del agua, un concepto físico bastante sofisticado, a la par con

la comprensión de un niño de entre cinco y siete años de edad. Y también indica que son capaces de entender las propiedades físicas básicas de los objetos e inferir conclusiones acerca de ellas.

Recientemente, Taylor, Gray y sus colegas se han propuesto descifrar si las aves entienden la relación entre causa y efecto, sobre todo el efecto de las fuerzas invisibles.⁸⁸ Este hecho recibe el nombre de razonamiento causal y es una de nuestras habilidades mentales más potentes. El razonamiento causal se encuentra en la raíz de nuestra comprensión de que los objetos del mundo se comportan de manera predecible y de que mecanismos o fuerzas que no vemos pueden ser responsables de algunos eventos. «Hacemos deducciones de continuo acerca de cosas que no vemos», explica Gray.⁸⁹ Si estamos dentro de una estancia y entra un disco frisbi por la ventana, entendemos que alguien lo ha lanzado. La capacidad humana de razonar acerca de los agentes causales se desarrolla a una edad muy temprana. Un bebé de entre siete y diez meses muestra sorpresa si se lanza una pelota blanda desde detrás de un biombo y, al retirarse éste, en lugar del agente causal humano anticipado, como una mano, lo que se ve es un bloque de juguetes.⁹⁰ Tal como señala Gray, esta capacidad subyace a nuestra comprensión de los truenos y los catarros, de los imanes y las mareas, de la gravedad y los dioses.⁹¹ Y también nos ayuda a entender el comportamiento de las personas que nos rodean y a fabricar y utilizar herramientas y adaptarlas a situaciones novedosas. Es otra de esas potentes capacidades que antaño se consideraban exclusivas de los humanos.

¿Son los cuervos americanos capaces de hacer deducciones similares acerca de fuerzas que no ven, los llamados agentes causales ocultos? Precisamente un cuervo americano sugirió a Alex Taylor la idea de un experimento para comprobarlo.

Los científicos que investigan el comportamiento de las aves llevan vidas más inciertas que muchos de sus colegas, pues corren el riesgo de descalabrarse en su intento de estudiar a estos animales o, si son afortunados, de que éstos los instruyan. Las aves son capaces de deshacer los dispositivos más inteligentes y de debilitar la confianza de un científico más rápido de lo que uno puede imaginar. Sin embargo, hay otros momentos, si uno presta atención, en que

ofrecen una recompensa maravillosa. En este caso, el sorprendente comportamiento de una hembra de cuervo americano llamada *Laura* sirvió de inspiración a Taylor.

El acontecimiento tuvo lugar durante una fase inicial del ensayo experimental de Esopo. Taylor colocó un poco de comida a modo de anzuelo en un corcho flotante y luego la lanzó a un tubo de agua. Siempre realizaba esta tarea dando la espalda a los cuervos americanos. Y lo que solía ocurrir a continuación era lo siguiente: una vez los pájaros resolvían el rompecabezas y elevaban el nivel del agua para obtener su recompensa, alzaban el vuelo de inmediato y se posaban en una percha situada al fondo de la jaula, arrancaban la carne del corcho para comérsela y tiraban el corcho. Para volver a colocar el cebo, Taylor tenía que recoger el corcho del fondo de la jaula. «Por un ensayo, no pasa nada —explica—, pero tras centenares de ellos, la verdad es que te hartas un poco.» Esta tarea de recuperación se dificulta aún más porque la pajarera está configurada con acuerdo a las necesidades de los cuervos americanos, «con una bonita mesa ancha llena de posaderos —explica Taylor—. Es como una especie de jungla por la que a un humano le resulta imposible moverse. Muchas veces acabas a cuatro patas».

Pero *Laura* procedía de otro modo. Al igual que las demás aves, alzaba el vuelo con el corcho, pero, una vez se había comido la carne, descendía volando de nuevo hasta la mesa y depositaba allí el corcho, muy cerca de donde se encontraba Taylor. «Yo le decía: “¡Fantástico! Muchísimas gracias”.» Taylor no sólo estaba agradecido por no tener que arrodillarse bajo la mesa para recuperar el corcho, sino que, además, podía volver a colocarle el cebo rápidamente, lo cual aceleraba el ritmo del experimento.

Su proceder hizo reflexionar a Taylor. Quizá *Laura* había entendido su papel como agente causal responsable de la ofrenda de comida, aunque nunca lo había visto poner el cebo en el corcho. «Pensé que tal vez entendía que, si me devolvía el corcho, obtenía la comida antes. Es un hacha en esta tarea; yo soy el factor limitante. De manera que si *Laura* consigue acelerar mi trabajo, acelera también su consecución de alimento.»

El comportamiento de *Laura* hizo que Taylor se preguntara si los cuervos de Nueva Caledonia tenían un razonamiento causal más sofisticado de lo que imaginábamos. ¿Comprenden que los humanos pueden actuar como agentes

causales incluso cuando ocultan sus acciones? ¿Son capaces de razonar acerca de mecanismos causales no observables?

Con el fin de averiguarlo, él y sus colegas concibieron un experimento imaginativo. La idea era determinar si el cuervo americano podía deducir que el movimiento de un palo que asomaba intermitentemente por un agujerito estaba provocado por una persona a la cual habían visto entrar en el escondite. En una pajarera abierta, el equipo instaló un escondrijo detrás de una lona. En una mesa situada junto al escondite había una cajita con comida que un cuervo americano podía extraer con ayuda de una sencilla herramienta. Para acceder a la comida, el cuervo debía dar la espalda al escondite. En la lona había un agujerito. Cuando se insertaba un palito por dicho agujero desde el reverso de la lona, asomaba justo en el lugar donde se encontraría la cabeza del cuervo americano cuando estuviera sondeando la comida que había en la caja, lo cual representaba un claro peligro.

Como parte del experimento, se estudió a ocho cuervos americanos en dos situaciones distintas en las cuales el palo asomaba por el agujerito, explica Taylor. La primera era la típica situación de agente causal oculto: un humano entraba en el escondite, el palito asomaba de manera intermitente por el agujero varias veces y luego el humano salía del escondite. En la segunda situación, ningún humano entraba ni salía del escondite, pero el palito seguía asomándose y ocultándose.

Tras observar ambas situaciones, se brindó a los cuervos americanos la oportunidad de investigar si en la caja había comida. Su comportamiento sugería que eran capaces de atar cabos e inferir que el humano oculto era quien provocaba el movimiento del palo. Cuando las aves veían el palito moverse y luego al humano abandonar el escondite, parecían sentirse cómodas para acudir volando a la mesa y dar la espalda a la lona mientras investigaban si había comida. En cambio, cuando observaban el palito moverse sin causa aparente, se comportaban con mayor inquietud y, aunque volaban hasta la mesa, inspeccionaban el escondite nerviosamente y en ocasiones abandonaban su exploración, como si sospecharan que la fuerza oculta que había movido el palo podía agitarlo otra vez. (Su comportamiento era similar a la sorpresa que muestra el bebé cuando parece que se lanza una pelota blandita sin que

intervenga una mano humana.) La diferencia en el comportamiento de los cuervos americanos, afirman los científicos, insinúa que estas aves podrían ser capaces de una forma sofisticada de razonamiento causal.⁹²

En otro experimento, en este caso sobre «intervención causal», los cuervos americanos no salieron tan airoso. La intervención causal es una vuelta de tuerca más a la comprensión causal. Implica percibir algo en el mundo y actuar para conseguir el mismo efecto. Pongamos, por ejemplo, que usted nunca ha agitado un árbol frutal para desprender los frutos. Pero un día ve cómo el viento agita una rama y los frutos caen del árbol. Y, a partir de esa observación, deduce que, si agita la rama, puede actuar como el viento y hacer que caiga la fruta.

Un dispositivo denominado «detector de *blickets*» plantea justo este tipo de desafío. Se trata de una cajita que reproduce música cuando se coloca un objeto sobre ella. Si se muestra a un niño de dos años cómo hacerlo y luego se le entrega la caja y el objeto y se le dice: «¿Quieres probarlo?», no le costará recrear el efecto. En cambio, los cuervos americanos no superan esta prueba.⁹³ «Lo único que tienen que hacer es agarrar el objeto y depositarlo en la caja — explica Taylor—. Suena muy sencillo para cualquier mente humana. ¿Qué dificultad tiene eso?, nos preguntamos. Pues, bien, los cuervos americanos no lo entienden.»

Estos fracasos de los cuervos americanos le resultan a Taylor tan intrigantes como sus éxitos. Si te interesa la evolución de los mecanismos cognitivos, es igual de estimulante detectar dónde fallan las aves, tal como él mismo explica. «Intentamos entender qué partes de la comprensión causal podrían haber evolucionado juntas y cuáles no —aclara—. Mi misión no es alabar a estos cuervos americanos. Lo que yo pretendo es averiguar cómo funciona su cabeza. Y si acaban siendo “tontos” en algunos aspectos y “listos” en otros o si no son capaces de hacer unas cosas pero sí otras, me resultan igual de interesantes. Lo más destacado en el caso de estas aves es su comportamiento en libertad y su uso de las herramientas. Eso es lo que las define.»

Taylor confiesa su interés en otra línea de investigación, tal vez menos académica, pero no por ello menos enigmática: ¿qué hacen los cuervos de Nueva Caledonia por diversión?

«Tengo la sensación de que son “adictos al trabajo” —explica—. Se concentran en conseguir comida, pero, una vez la obtienen, se relajan, se sientan un rato, se arreglan las plumas, vuelan un poco y canturrean un rato. Ahora bien, siempre están jugando con algo nuevo, como los keas. Y eso me resulta fascinante porque siempre se ha dicho que la curiosidad y el juego están relacionados con la inteligencia.»

¿Juegan los pájaros? ¿Hacen cosas por mera diversión?

Nathan Emery, profesor decano en inteligencia animal en Queen Mary, Universidad de Londres, y Nicola Clayton, de la Universidad de Cambridge, sugieren que las especies de aves altriciales con cerebros más grandes (como muchos mamíferos) en efecto juegan, aunque «parece ser algo relativamente poco frecuente en los pájaros —escriben—, sólo detectado en el uno por ciento de las diez mil especies existentes y en gran medida restringido a aquéllas con una infancia prolongada, como los cuervos americanos y los loros».⁹⁴

El juego no siempre consiste en preparar a una cría para la vida adulta, explican Emery y Clayton. Puede reducir el estrés, contribuye a entablar vínculos sociales e incluso induce el placer. «Tal vez las aves, al igual que nosotros, jueguen por mera diversión —apuntan—, porque les proporciona una experiencia agradable que les hace liberar opioides endógenos.» Dicho de otro modo: el juego puede ser un acto gratificante que se desempeña como un fin en sí mismo.⁹⁵

De acuerdo con la zoóloga Millicent Ficken, sólo las aves inteligentes son capaces de realizar actividades de juego complejas.⁹⁶ Y a través del juego, descubren y experimentan la relación entre sus propias acciones y el mundo exterior. En otras palabras, el juego no sólo requiere inteligencia, sino que la nutre.

Los miembros de la familia de los loros son unos juguetones incorregibles. Hace muchas décadas, mis padres compraron un periquito para la familia, junto con toda una colección de juguetes para equipar su jaula: escaleras, espejos y campanas, todos ellos fabricados en un plástico barato de

colores vivos, así como varias recompensas en forma de alimento de extrañas formas. Era lo habitual en aquellos tiempos. *Gre-Gre*, como lo bautizamos, jugaba con cada objeto nuevo hasta que se rompía de tanto usarlo. En aquella época, las tiendas de mascotas vendían líneas completas de juegos especiales para loros. Los loros grises prefieren juguetes como rollos de papel higiénico, cartas de correo, palitos de helado, vasos de papel y capuchones de bolígrafo de plástico, cualquier cosa de papel, cartón, madera y cuero sin curtir que puedan desgarrar, mascar o destruir de otro modo. En ocasiones, quedan tan absortos en su entretenimiento que se caen de la percha.

Según explica un testimonio experto, los reyes del juego entre las aves son los keas. Estos loros del tamaño de un cuervo americano habitan en los Alpes del Sur neozelandeses. Se los apoda «monos de montaña» por su naturaleza descarada y su inteligencia equiparable a la de los primates. Sobre la derivación de su nombre en latín, *Nestor notabilis*, un libro ofrece el relato siguiente: «Néstor fue un legendario héroe griego conocido por su longeva vida y su sabiduría, y su nombre suele emplearse como sinónimo de sabio consejero y líder».⁹⁷ Tras lo cual añade el comentario aguafiestas: Linneo bautizó esta familia de loros con tal nombre probablemente «sin concederle más importancia».

Quizá. O quizá no.

Dos científicos, Judy Diamond y Alan Bond, que han estudiado los keas durante largos años, los consideran los pájaros posiblemente más inteligentes y bromistas del mundo.⁹⁸

«El juego en los keas no es tanto un conjunto de comportamientos rituales como una actitud frente al mundo», escriben.⁹⁹ Por lo que al juego con objetos se refiere, los keas superan de largo a sus parientes córvidos. Son «atrevidos, curiosos e ingeniosamente destructores», explica Diamond, y se los considera (en función de a quien se le pregunte) o cómicos juguetones («payasos de las montañas») o matachines destructivos que merodean en pandillas juveniles destrozándolo todo, estropeando limpiaparabrisas y embellecedores de vinilo de automóviles, así como las tiendas y mochilas de los campistas, los canalones de lluvia y el mobiliario exterior. Sus ganas de jugar con los objetos podrían ayudar a los keas a desarrollar una serie de conductas para afrontar situaciones nuevas o problemas de alimentación imprevistos.

A los keas les encanta, además, hacer payasadas. Para invitar a jugar a otro pájaro, inclinan la cabeza y se le acercan caminando de lado con las patas tiesas. Los compañeros de juego se rehúyen y se baten en duelo con sus picos, agachándose para esquivarse, arremetiendo y volviendo a escabullirse. Forcejean, bloquean sus picos, se muerden, se empujan con las patas, ruedan sobre sus espaldas mientras chillan y mueven las patas y se colocan sobre el estómago del rival. No hay ganadores ni perdedores. (Todo el mundo obtiene un trofeo.)

En ocasiones, los keas se comportan como granujillas o gastan bromas pesadas. Según Diamond y Bond, se tiene noticia de que algunos de ellos han robado antenas de televisión y han desinflado neumáticos de automóviles. Se observó a un kea enrollando un felpudo y echándolo a rodar por un tramo de escaleras. Hace unos años, el *New Zealand Sunday Morning Herald* informaba de que un kea había robado setecientos dólares a un turista escocés desprevenido.¹⁰⁰ En un área de descanso cerca del paso más elevado de los Alpes del Sur, Peter Leach había bajado las ventanillas de su autocaravana para tomar algunas fotografías de las vistas y había divisado un extraño pájaro verde en el suelo, cerca de su vehículo. Antes de tener tiempo para reaccionar, el pájaro se había colado volando en la caravana, se había hecho con una pequeña faltriquera de tela que había en el salpicadero y se había largado con ella. «Se llevó todo el dinero que tenía —lamentó Leach con desasosiego—. Ahora esos pájaros estarán forrando sus nidos con billetes de cincuenta libras.»

Los keas pueden ser los titanes de las boberías, pero a los córvidos también les gusta jugar. Los cuervos grandes juegan a lanzar ramitas en el aire y cogerlas al vuelo. En una ocasión se observó a dos crías de cuervo de cuello blanco jugando al «rey del castillo», una encaramada a un montículo blandiendo un terrón de estiércol y la otra atacando e intentando arrebatárselo.¹⁰¹

Una soleada mañana de febrero, en las montañas centrales de Hokkaido, Japón, el naturalista Mark Brazil avistó a dos cuervos grandes en una pronunciada pendiente de nieve polvo reciente.¹⁰² Uno de ellos estaba tumbado sobre la panza y se deslizaba cuesta abajo; su amigo se revolcaba en la nieve, con las patas en el aire y moviendo las alas. «La pareja “descendía

en trineo” y rodaba ladera abajo más de diez metros antes de regresar volando al punto de partida», escribió Brazil, para acto seguido seguir jugando. Se tiene noticia también de cuervos americanos que se deslizan por las laderas, aparentemente por diversión. En Japón se ha grabado a cornejas negras derrapando en un tobogán infantil. Y no hace demasiado tiempo se hizo viral un vídeo grabado en Rusia de un cuervo americano deslizándose por un tejado usando una tapa de un bote a modo de *snowboard*.

Recientemente, Alice Auersperg y un equipo internacional de científicos estudiaron de cerca diversas especies de cuervos americanos y loros mientras jugaban con objetos, con el fin de detectar si la esencia de su juego podía arrojar luz acerca de la naturaleza cognitiva de los jugadores, así como acerca de la relación entre el juego y el uso de herramientas.¹⁰³ El juego con objetos suele anteceder a su uso como herramientas tanto en los primates como en las aves. Un estudio de setenta y cuatro especies de primates descubrió que sólo los que usan herramientas, como los monos capuchinos y los grandes simios, combinan objetos cuando juegan. Los niños empiezan a destrozarse objetos a los ocho meses de edad. A los diez meses son capaces de insertar juguetes en cavidades o de apilar aros en un palo. Sin embargo, sólo después de los dos años comienzan a utilizarlos como herramientas para conseguir un fin.

El equipo de investigación distribuyó entre nueve especies de loros y tres especies de cuervo americano los mismos sets de juguetes infantiles de madera, de formas diversas (palitos, aros, cubos y pelotas) y en tres colores (rojo, amarillo y azul). Asimismo, les entregaron una «placa de actividades», una suerte de terreno de juegos con tubos y orificios para insertar los objetos o apilar los aros.

La mayoría de las aves interactuaron con los juguetes, pero pocas demostraron ser jugadoras expertas. Los cuervos de Nueva Caledonia, las cacatúas y los keas fueron los más aptos combinando dos juguetes sueltos y utilizando los juguetes en la «placa de actividades». El juego más complejo con objetos, según los investigadores, se dio en las especies con un rendimiento superior en innovación técnica y uso de herramientas: las cacatúas de las Tanimbar y los cuervos de Nueva Caledonia. Las cacatúas de las Tanimbar mostraron preferencia por los juguetes amarillos (lo cual podría guardar relación con el hecho de que tienen franjas amarillas bajo las alas, una

zona habitualmente involucrada en la interacción social); los cuervos de Nueva Caledonia, sin motivo aparente, preferían las pelotas frente al resto de los objetos, si bien también disfrutaban insertando palitos en las cavidades de la placa de actividades.¹⁰⁴ Sólo las cacatúas de las Tanimbar y las crías de cuervo de Nueva Caledonia combinaron tres objetos sueltos y sólo los loros apilaron aros en los tubos y palos, pero las cacatúas fueron las que más destacaron por la destreza con que coordinaron el pico y una pata para desempeñar tal tarea. Estas aves indonesias son conocidas por sus sobresalientes habilidades para resolver problemas y por su uso creativo de las herramientas en cautividad.

«Nuestros estudios revelan un vínculo entre el juego con objetos y el comportamiento funcional en estos pájaros de cerebro grande —apunta Auersperg—. Sin embargo, el papel directo que el comportamiento lúdico desempeña en las capacidades para solventar problemas sigue sin estar claro. Podría servir como práctica general de habilidades motoras o como aprendizaje acerca de la usabilidad de los objetos [es decir, de la relación entre el objeto y el ave o del objeto con el entorno, que brinda al ave la oportunidad de realizar una acción]. O —prosigue— podría ser sólo un producto colateral de su modo de exploración.»

Cabe destacar que todas las aves parecían felices compartiendo mientras jugaban. Ningún pájaro acaparó más de una placa de actividades o más de dos o tres juguetes al mismo tiempo. «No se dieron casos claros de agresión y la monopolización de objetos no fue pronunciada», aclaran los investigadores.

Taylor observa que, en sus pajareras, los cuervos de Nueva Caledonia no parecen jugar por jugar. «Les gusta tener algo en el pico, piezas sueltas —explica—. Si dejamos herramientas en la jaula, pasan mucho rato escondiendo el palito, cogiéndolo e introduciéndolo en otros objetos para averiguar qué ocultan. Pero no me atrevería a decir que eso es jugar, porque es así como se comportan en la naturaleza.»

Recientemente, Taylor se interesó por averiguar si los cuervos de Nueva Caledonia podrían verse motivados por un pequeño pasatiempo espontáneo y gratificante en sí mismo, y no por conseguir comida. Su señuelo: un par de monopatinos diminutos para comprobar si estos cuervos americanos, como sus

parientes japoneses o rusos, disfrutaban patinando. Por desgracia, el experimento no dio resultado. «No les gustaba patinar —observa—, así que abandonamos el proyecto.»

Un aspecto serio que el equipo de Auckland y otros científicos desearían desentrañar con respecto a la mente del cuervo americano es el siguiente: ¿qué fue primero: el uso de herramientas o sus impresionantes capacidades cognitivas?¹⁰⁵ ¿Hizo el uso de herramientas más inteligentes a estas aves? ¿O eran superinteligentes de partida y sus habilidades cognitivas les proveyeron de una suerte de «plataforma» o instrumental mental para averiguar cómo utilizar herramientas?

Es posible que la vida en la isla espoleara la inteligencia de estas aves, tal como podría ser el caso de los pinzones carpinteros de las Galápagos.¹⁰⁶ Un entorno relativamente impredecible podría haber ocasionado la presión evolutiva necesaria para desarrollar capacidades cognitivas sofisticadas que les permitieran hacer frente a los desafíos. Y estas adaptaciones, a su vez, podrían haber servido de base para la evolución del uso de herramientas.

Por otro lado, el uso de herramientas en sí mismo podría haber impulsado la evolución de capacidades cognitivas sofisticadas. Quizá el cuervo americano probó por casualidad a utilizar un palito como herramienta para extraer comida y ello lo expuso a nuevos desafíos mentales que estimularon su habilidad para resolver problemas físicos. Los usuarios de herramientas contaban con una ventaja selectiva, porque podían acceder a esas larvas asombrosamente nutritivas. (De hecho, las larvas son una fuente alimenticia tan nutritiva que el kaka, un loro de Nueva Zelanda, es capaz de invertir más de ochenta minutos en extraer una sola de ellas con su pico alargado.)¹⁰⁷ Una vez la técnica se difundió, la selección natural podría haber propiciado la evolución de rasgos como una visión binocular extrema, que mejoró su eficacia.

Según explica Alex Taylor, esta pregunta al estilo de si primero fue la gallina o el huevo es un santo grial para los investigadores del cuervo de Nueva Caledonia: «Si se da el caso de que las herramientas sofisticadas

afectan a la inteligencia, entonces las poblaciones con tradición de fabricar herramientas más sofisticadas serían más inteligentes, y ello proporcionaría evidencias de la hipótesis de la inteligencia técnica».

Por descontado, señala Gavin Hunt, las aves tenían que poseer cierto grado de sofisticación mental para atar cabos y que se les ocurriera utilizar una herramienta.¹⁰⁸ «No estoy seguro de si los cuervos de Nueva Caledonia eran más inteligentes que otras especies de cuervos americanos en un origen —indica Hunt—. Ahora bien, una vez empezaron a usar herramientas, sus habilidades cognitivas ascendieron al nivel que conocemos hoy, que es bastante apabullante.»

De ahí que tal vez el uso de herramientas no se diferencie tanto del juego: ambos requieren inteligencia y la nutren.

El ave bautizada *007* procedía de los bosques del monte Koghi, donde los cuervos americanos fabrican sofisticadas herramientas con gancho. ¿Tenía algo de excepcional? «Por lo que concierne a su osadía y a su tenacidad, sí —aclara Taylor—. Era un pájaro joven nacido de una nidada de tres, todos ellos bastante entusiastas y perspicaces.» Un investigador que trabajó con *007* se limitaba a señalarlo con el dedo y el pájaro interpretaba aquello como la señal de que debía descender para una sesión de trabajo. En ocasiones, Taylor encontraba a *007* aguardándolo en la puerta de su pajarera, ansioso por empezar a trabajar. «Tenía que decirle: “Lo lamento, pero he de hacerte esperar; ¡estoy estudiando a esos bobalicones del fondo del pasillo!”»

Con todo, Taylor encuentra esta variación entre los distintos ejemplares de cuervos americanos menos interesante que las diferencias entre las poblaciones de esta especie procedentes de las distintas regiones de la isla, su modo peculiar de utilizar las herramientas y sus capacidades cognitivas particulares.

La siguiente misión del equipo de investigación de la Universidad de Auckland: sumarse a un ambicioso proyecto internacional para investigar la base genética de la inteligencia del cuervo de Nueva Caledonia en su conjunto y las diferencias entre las poblaciones. Un enfoque implica comparar los genomas del cuervo de Nueva Caledonia y otras especies estrechamente

relacionadas. El objetivo es identificar los genes que podrían haber sido seleccionados en el linaje de los cuervos de Nueva Caledonia y no en cambio en otras especies estrechamente relacionadas con ellos, para, a continuación, comprobar qué relación existe entre dichos genes y las divergencias en las capacidades cognitivas.

Otro planteamiento, actualmente adoptado en la pajarera de Auckland, es buscar en el seno de la población de cuervos de Nueva Caledonia variaciones genéticas y de capacidades cognitivas. Un ave como 007, por ejemplo, procedente de la población de cuervos americanos del monte Koghi que fabrica herramientas con gancho, puede ser portadora de variantes de genes que difieren de los de *Blue*, que procede de la población de La Foa, en el centro de Nueva Caledonia, la cual sólo fabrica herramientas de palo básicas. ¿Son distintas las capacidades cognitivas de los cuervos americanos de las diversas regiones de la isla, en las cuales se fabrican tipos diferentes de herramientas? ¿Y guardan tales diferencias relación con variaciones genéticas?

En mi último día en Nueva Caledonia, asciendo en coche por una angosta carretera de curvas hasta la cima del monte Koghi, el lugar natal de 007. El bosque pluvial primigenio que cubre las laderas del Koghi es conocido por ser el hogar de las dúculas Goliat, los geckos gigantes de Nueva Caledonia (*Rhacodactylus leachianus*) y el vertiginoso Koghis kauri (*Agathis lanceolata*), un árbol con un contorno monumental, de hasta dos metros y medio de diámetro, que perfora el dosel arbóreo con sus entre dieciocho y veinte metros de altura.¹⁰⁹

Según Taylor, probablemente 007 tenga ya su propia familia. Espero poder avistar al cuervo americano de Koghi, pero el día declina. Estoy acostumbrada al lento y rojizo bruñido del crepúsculo. Aquí, en el ecuador, el día se cierra en una conclusión repentina, sobre todo en la penumbra de las selvas pluviales. Y, de repente, los bosques se vuelven aterradores.

Cada bosque tiene su personalidad, sus propios rumores susurrados y sus propios olores. Los bosques montañosos primigenios de Nueva Caledonia contienen ecos de plantas y aves primigenias. En el húmedo y umbrío

sotobosque crece el arbusto perenne *Amborella*, el pariente más cercano de las primeras plantas con flor del mundo. Inmensos helechos arborescentes primitivos de la familia de las *Cyatheaceae*, como los que crecían en el período pérmico hace 275 millones de años, alcanzan los veinte metros de altura, con frondas de hasta tres metros de longitud que se cuentan entre las más grandes del reino vegetal. En los idiomas de los canacos, el nombre del helecho arborescente significa «el inicio del país de los hombres». Las leyendas sobre la creación explican que el primer ancestro humano salió trepando del tronco de un helecho arborescente hueco.

El tiempo aquí parece moverse en otra dimensión. La prisa se pierde a la deriva en los verdes radiantes. La mente se aquietta por el asombro.

Mientras camino, alzando la mirada hacia el tupido dosel de las copas de los árboles, con los binóculos enfocados a las ramas inferiores, tropiezo con una raíz y caigo en una tela de araña inmensa. Es entonces cuando constato la escandalosa abundancia de arañas en esta selva, araneidos, creo, que tejen complejas telas radiales que destellan doradas bajo los rayos solares. A causa del tenue vataje, apenas las diviso, pero parece que todos los huecos entre los árboles están entretejidos con sus redes y, en el centro de cada una de ellas, acecha una araña de un tamaño considerable, inmóvil y vigilante. Lo que me viene a la mente es un dibujo animado del Lejano Oeste que muestra a dos arañas colgadas de una telaraña gigante mientras un niño gordo camina hacia ella. Una le dice a la otra: «Si cae en la trampa, nos daremos un banquete de reyes».

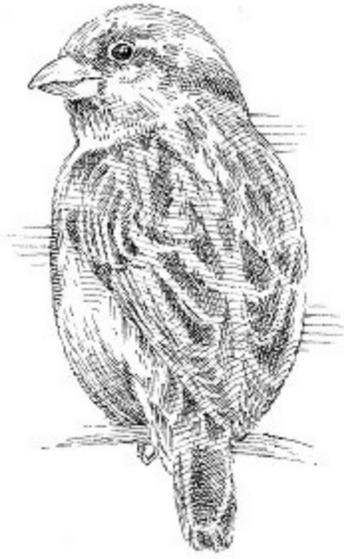
Prosigo mi camino con más cautela, mientras me adentro en una espesura cada vez más densa.

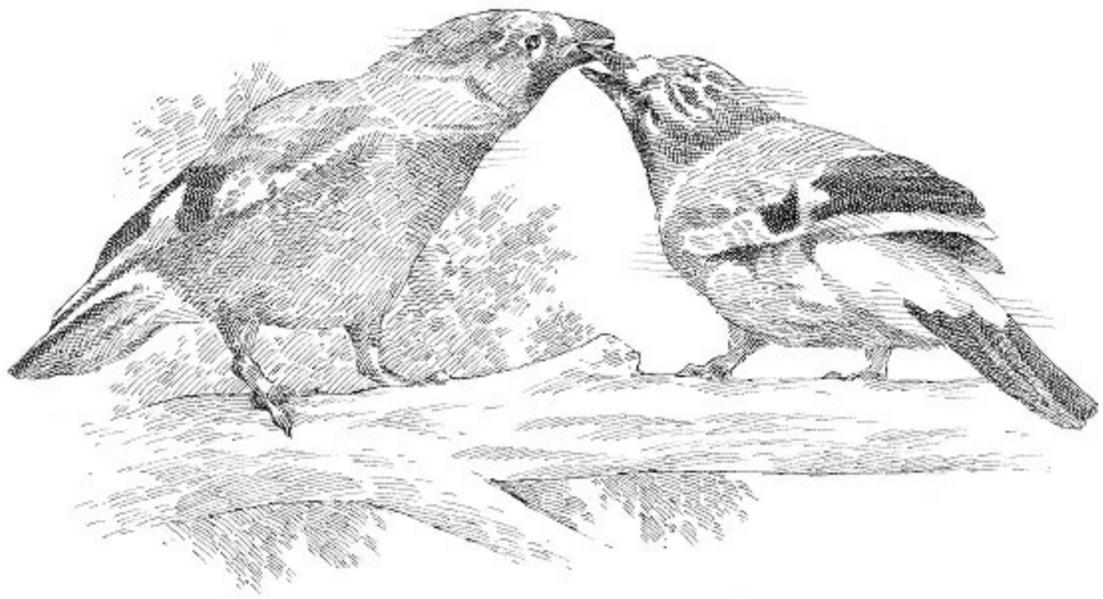
Entonces, en lo alto de un árbol, a mi derecha, oigo el tranquilo y suplicante *guaguá* que las crías de los cuervos de Nueva Caledonia emiten para llamar a sus padres. Lo único que distingo son unas hojas que se agitan. Quién sabe, tal vez *007* esté ahí arriba, alimentando a sus polluelos con las larvas que ha extraído con una herramienta de gancho. ¿Explica el ADN que ha transmitido a su progenie por qué su especie, de entre todas las del planeta, fabrica unas herramientas tan complejas? ¿Son sus genes en tanto que creador de herramientas de gancho distintos de los de *Blue*?

El dossier del cuervo de Nueva Caledonia sigue repleto de preguntas sin respuesta. ¿Qué fue primero: el asombroso uso de herramientas del cuervo americano o su inteligencia excepcional? ¿La fabricación de herramientas o la forma del pico y una visión tan perfectamente adaptada a sus requisitos? ¿El ADN para solucionar problemas o los peliagudos desafíos ambientales que modulan los genes?

Son la índole de preguntas biológicas enigmáticas que se me antojan tan estimulantes: desordenadas, sin resolver, aún en proceso. Al caer la oscuridad, resulta agradable contemplar el misterio. En cierta manera, en su caldero el tiempo ha mezclado isla y ave y, lentamente, de manera paulatina, a lo largo de un dilatado período evolutivo, ha cocinado este fabricante de herramientas alucinante.

Hablando de genialidad...





TRINOS Y GORJEOS

Destreza social

Pulimos nuestro cerebro frotándolo con el de los demás.

MICHEL DE MONTAIGNE¹

Muchas especies de aves son muy sociables. Crían en colonias, se bañan en grupos, descansan en congregaciones y se alimentan en bandadas. Escuchan a hurtadillas. Discuten. Hacen trampas. Engañan y manipulan. Secuestran. Se divorcian. Exhiben un pronunciado sentido de la justicia. Hacen regalos. Juegan al balón prisionero y al juego de tirar de la cuerda con ramitas, filamentos de musgo y trocitos de gasa. Roban a sus vecinas. Advierten a sus crías que se mantengan alejadas de los desconocidos. Se burlan. Cultivan sus redes sociales. Rivalizan por el estatus. Se besan para consolarse mutuamente. Enseñan a su prole. Chantajean a sus padres. Convocan a testigos para presenciar la muerte de un compañero. E incluso hacen duelo.

No hace demasiado tiempo, este tipo de saber hacer social se consideraba absolutamente fuera del alcance de un ave. La noción, por poner un ejemplo, de que un pájaro pudiera intuir lo que otros pájaros pudieran estar pensando se consideraba absurda. En el pasado reciente, esta concepción ha cambiado y la ciencia sugiere que algunas especies de aves tienen vidas sociales casi tan complejas como la nuestra, para las cuales se precisan habilidades mentales muy sofisticadas.

Los miles de especies de aves del mundo despliegan un deslumbrante abanico de organizaciones sociales. Algunas de ellas, como el martín gigante norteamericano o la tijereta rosada (también conocida como tirano-tijereta rosado), son solitarias y ferozmente territoriales, y sólo se juntan por parejas. Otras son aves grupales natas: los grajos, por ejemplo, son unos miembros del Viejo Mundo de la familia del cuervo americano sumamente sociables que anidan en colonias abarrotadas desde el Reino Unido hasta Japón;² y los éideres reales son grandes patos de las aguas litorales árticas a los que les encanta relacionarse y reunirse en prodigiosas bandadas de hasta diez mil ejemplares.

Los carboneros comunes (*Parus major*), los coloridos pajarillos de pecho gualdo distribuidos por toda Eurasia, presentan una enigmática organización social que confiere un nuevo significado al viejo proverbio «Dios los cría y ellos se juntan».³ Investigadores de la Universidad de Oxford montaron recientemente una especie de Facebook para los carboneros, una «matriz relacional» que revelaba el patrón asociativo entre los individuos de una población de mil carboneros comunes en Wytham Woods, una extensión de bosque de árboles vetustos muy estudiada situada en el oeste de Oxford. El estudio sólo revelaba quién se asociaba con quién y qué aves se alimentan de manera regular en el mismo lugar en comunidad. Resulta que los carboneros presentan un complicado entramado social y las aves se congregan en bandadas difusas para alimentarse en función de sus personalidades.

Incluso las gallinas entablan relaciones sociales complejas.⁴ Al cabo de pocos días de socializar, establecen un grupo social estable con una jerarquía clara. De hecho, debemos la expresión «orden piramidal»* a los estudios de las relaciones sociales entre las gallinas realizados por el zoólogo noruego Thorleif Schjelderup-Ebbe, quien descubrió que las gallinas picotean la comida siguiendo un orden jerárquico, de tal manera que quien se encuentra en el escalafón superior disfruta de grandes privilegios en forma de alimento y seguridad, mientras que el peldaño inferior está plagado de vulnerabilidades y riesgos.

¿Han hecho estas agrupaciones —por pareja, familia, amigos y ejemplares de la misma especie— inteligentes a las aves? ¿Deben los pájaros sus mentes ágiles y flexibles no sólo a los peliagudos desafíos físicos de su entorno, sino también a los desafíos sociales derivados de la aglutinación, a los juicios y las tribulaciones de la convivencia? Este fenómeno se conoce como la hipótesis de la inteligencia social y, entre la comunidad científica, últimamente ha ganado considerables adeptos.

Fue Nicholas Humphrey, psicólogo de la London School of Economics, quien, en 1976, planteó la idea de que una vida social exigente podría impulsar la evolución de la inteligencia.⁵

Humphrey estudiaba a los monos albergados en grupos de ocho o nueve en su laboratorio. Los monos vivían en austeras jaulas de malla de alambre y a Humphrey le preocupaba que el entorno empobrecido pudiera afectar al funcionamiento cognitivo de los más jóvenes. No había objetos, ni juguetes ni estímulos ambientales de ninguna índole y tampoco existía la necesidad de evitar a los depredadores o buscar comida (pues se alimentaba a los monos de manera regular). De forma que, a ojos de Humphrey, no había problemas que resolver. Frente a tal situación, le desconcertaba el agudo intelecto de los animales y su capacidad para realizar hitos cognitivos impresionantes a pesar de vivir el día a día en un entorno yermo y atrofiante. Lo único que tenían era a los demás.

«Entonces, un día, mientras los observaba —escribe Humphrey—, vi a una cría medio destetada incordiando a su madre, a dos adolescentes peleando en broma y a un macho adulto peinando a una hembra mientras otra intentaba avanzar furtivamente hasta él, y de repente contemplé la escena con otros ojos: ¡qué más daba la ausencia de objetos! ¡Aquellos monos se tenían unos a otros para manipularse y explorar! No existía riesgo de que experimentaran una muerte intelectual cuando el entorno social proporcionaba una oportunidad tan evidente para participar en un debate dialéctico inagotable.»

El sustancioso entorno social «se parecía bastante a una Escuela de Atenas simiesca», escribió Humphrey, y requería capacidades cognitivas y cálculos sociales únicos. Los monos tenían que calibrar las consecuencias de su comportamiento en el seno del grupo. Tenían que medirse unos a otros. Tenían que intentar anticipar el comportamiento probable de sus compañeros,

ser conscientes de las relaciones sociales de los demás, en cuanto a dominación, rango y capacidad competitiva, y calcular las ventajas y desventajas de sus interacciones. Todos estos cálculos eran «efímeros, ambiguos y estaban sujetos a cambio» y requerían una reevaluación continua. Era un juego de argumento y contraargumento que fomentaba las facultades intelectuales de orden superior, defendía Humphrey. Para interactuar de manera eficaz, los animales sociales tenían que convertirse en «psicólogos naturales».

En la actualidad, los científicos creen que ocurre algo similar con muchas especies de aves. Las que viven en grupos sociales tienen que organizar sus contactos sociales, suavizar plumajes alterados y evitar riñas. Además, tienen que controlar el comportamiento de otros ejemplares para adoptar decisiones sobre si deben colaborar o competir, con quién comunicarse y de quién aprender. Deben reconocer a numerosos individuos, llevar un seguimiento de éstos, recordar qué hizo tal o cual confederado la última vez... y predecir lo que hará a continuación. Porque muchas especies de aves comparten los mismos tipos de desafíos sociales que pueden haber alimentado la inteligencia en los primates, y sus cerebros, como los nuestros, podrían estar «diseñados» para manejar las relaciones.

Multitud de especies muestran una inteligencia social impresionante. Las urracas reconocen su propio reflejo en un espejo, una forma de conciencia propia que antaño considerábamos restringida a los humanos y a un puñado de mamíferos sociales sofisticados.⁶ Cuando los experimentadores colocaron un punto rojo en la garganta de seis urracas, dos de ellas intentaron arrancárselo del cuerpo con las patas, en lugar de reaccionar a la imagen en el espejo.

Los loros grises africanos destacan por su capacidad de colaboración. En la naturaleza, estas aves se posan en bandadas de miles, se alimentan en grupos de unos treinta y forman vínculos para toda la vida con una pareja.⁷ Rara vez están solos, a menos que vivan en cautividad.⁸ En el laboratorio, se emparejan para resolver rompecabezas físicos, tirando de una cuerda juntos para abrir una caja que contenga alimento. Además, entienden los beneficios de la reciprocidad y de compartir, y optarán antes por una recompensa en

forma de alimento que vayan a compartir con un humano que por una que vayan a disfrutar en soledad, siempre que sepan que su amigo humano les corresponderá con un gesto recíproco.⁹

La reciprocidad en la forma de hacer regalos es otro comportamiento social inusitado en los no humanos, pero bastante común entre determinadas aves, incluidos los cuervos americanos. Hace dos décadas, cuando una amiga de la familia comentó que el cuervo americano al cual alimentaba de manera regular le hacía regalos, como una canica, una pequeña cuenta de madera, el tapón de una botella o bayas de colores, todos los cuales depositaba en las escaleras de la entrada de su casa, me mostré escéptica. Sin embargo, en los últimos años se han dado a conocer multitud de anécdotas procedentes de todo el país que explican que cuervos americanos regalan joyas,¹⁰ herramientas, cascotes de vidrio, una figurita de Papá Noel, un dardo de espuma de una pistola de juguete, un dispensador de caramelos Pez del Pato Donald o incluso un corazón de golosina con la palabra *love* estampada, entregado justo después del Día de San Valentín.¹¹ En 2015 salió a la luz la historia de Gabi Mann, una niña de ocho años de Seattle que llevaba desde los cuatro años alimentando a un cuervo americano en su trayecto de ida y vuelta de la parada del autobús.¹² Con el paso del tiempo empezó a ofrecer al cuervo cacahuets en una bandeja en el patio trasero de su casa como parte de su ritual diario y, de vez en cuando, después de comérselos, aparecían baratijas en la bandeja: un pendiente, tornillos y tuercas, bisagras, botones, un tubito de plástico minúsculo, una pinza de cangrejo en descomposición, un trocito de metal con la palabra *best* escrita y, el regalo favorito de Gabi, un corazón blanco iridiscente. Gabi ha ido coleccionando en bolsas de plástico etiquetadas con las fechas de su recepción los objetos menos «desagradables».

«El hecho de que dejen regalos sugiere que los cuervos americanos entienden el beneficio de corresponder actos pasados que los han beneficiado y también que anticipan una recompensa futura —escriben el biólogo John Marzluff y su coautor, Tony Angell, en su libro *Gifts of the Crow*—. Es una actividad planificada; los cuervos americanos tienen que prever llevar el regalo y dejarlo.»¹³

Los cuervos americanos y los cuervos grandes se resisten a trabajar por una recompensa inferior a la que obtiene un igual.¹⁴ Previamente se creía que esta sensibilidad a la desigualdad se daba sólo en los primates y los perros y se consideraba una herramienta cognitiva crucial de la evolución de la colaboración humana.

Los córvidos y las cacatúas son capaces de posponer la gratificación si creen que merece la pena esperar a la recompensa, una forma de inteligencia emocional que implica autocontrol, persistencia y la capacidad de motivarse.¹⁵ Los niños pequeños que prefieren no comerse una nube de golosina ahora para comerse dos más tarde no superan en nada a estas maravillas aladas de la fuerza de voluntad. Alice Auersperg y su equipo de la Universidad de Viena descubrieron que una cacatúa galerita a la que se ofrecía una nuez pacana era capaz de esperar hasta ochenta segundos para disfrutar de un premio más delicioso: un anacardo.¹⁶ «Las cacatúas sostenían la recompensa en sus picos directamente contra sus órganos gustativos durante todo este intervalo», explica Auersperg. Para hacer algo así se requiere un autocontrol magnífico. (Imagine que un niño sostuviera una pasa en la lengua mientras espera a que le den una onza de chocolate.) Los cuervos americanos son capaces de esperar varios minutos para obtener un premio mejor. Ahora bien, si éste se demora más de unos segundos, ocultarán el primer premio fuera de la vista mientras aguardan. «Lo hacen porque son animales acaparadores, y eso es un factor esencial de su ecología», explica Auersperg. Decidir posponer la gratificación no sólo requiere autocontrol, sino también la capacidad de evaluar la ganancia en la calidad de la recompensa con relación al coste de la espera, por no mencionar el ejercicio de confianza en el individuo que distribuye las recompensas. Este tipo de habilidades, consideradas precursoras de la toma de decisiones económicas, son poco frecuentes en los no humanos.

Los cuervos grandes tienen una capacidad asombrosa para recordar relaciones. Las crías de estos cuervos pertenecen a las llamadas sociedades de fisión-fusión.¹⁷ Antes de establecerse en una vida territorial en pareja, pasan el rato en grupos sociales, donde forman valiosas estrategias con amigos y familiares. Seleccionan a individuos concretos con los que compartir comida, cerca de los cuales sentarse (al alcance del pico del otro) y con los

cuales arreglarse las plumas con el pico y jugar.¹⁸ Sin embargo, a diferencia de las bandadas estables de las gallinas, estas agrupaciones sociales de cuervos grandes cambian, se desintegran y vuelven a recomponerse con el paso de las estaciones y los años. De ahí que las aves afronten el desafío de llevar un seguimiento de los individuos que llegan y los que se van. ¿Recuerdan sus asociaciones tras períodos de separación prolongados?

Thomas Bugnyar, un biólogo cognitivo de la Universidad de Viena, se planteó recientemente despejar este interrogante mediante el estudio de un grupo social de dieciséis cuervos grandes en los Alpes austríacos.¹⁹ Por lo que los científicos sabían, la memoria social a largo plazo de un ave se limitaba a recordar a los vecinos de una temporada de cría a la siguiente. Sin embargo, Bugnyar descubrió que los cuervos grandes recuerdan a sus amigos más queridos incluso tras tres años de separación.

Cabe destacar que los córvidos no sólo reconocen y recuerdan a otros córvidos, sino también a seres humanos. Son capaces de detectar los rostros humanos familiares entre una multitud, sobre todo los que representan una amenaza, y los recuerdan durante largos períodos de tiempo. Pregúnteselo, si no, a Bernd Heinrich, que ha intentado ocultar su identidad a los cuervos con los que trabaja cambiándose de ropa, usando kimonos, pelucas y gafas de sol y saltando o renqueando para modificar sus andares.²⁰ (No consiguió engañarlos.) O a John Marzluff, quien explica cómo, cuando atraviesa el campus de la Universidad de Washington, los cuervos americanos lo detectan entre miles de personas, pues lo identifican con alguien peligroso que los ha atrapado y marcado.²¹ Los contrariados cuervos americanos siguen recordándolo años después y lo hostigan e increpan cada vez que lo ven.²² En un estudio mediante imagen mental del cuervo americano, Marzluff descubrió recientemente que estas aves reconocen los rostros humanos utilizando las mismas rutas neuronales y visuales que nosotros.²³

Las urracas piñoneras emplean un razonamiento social impresionante para determinar qué lugar ocupan en el orden social de su bandada.²⁴ Estas urracas, parientes del cuervo americano y ávidos seres sociales, viven en bandadas permanentes con jerarquías sociales definidas, como las gallinas. Y dependen de entender las relaciones entre terceros para establecer cómo comportarse con una urraca desconocida, es decir, si mostrarse agresivas o

sumisas. Planteémoslo de la manera siguiente: una urraca extraña (a la que llamaremos *Silvestre*) llega a una bandada. Es evidente que el miembro de la bandada llamado *Pedro* ocupa una posición dominante con respecto a *Silvestre*. Y la urraca sabe que *Enrique* es dominante con respecto a *Pedro*. ¿Quién es más dominante, *Enrique* o *Silvestre*? Las urracas piñoneras son capaces de deducir el estatus social de un desconocido por el modo como se comporta con el resto de las aves, lo cual evita conflictos innecesarios que podrían acabar en heridas. Esta capacidad de efectuar juicios acerca de las relaciones basándose en la evidencia indirecta se denomina inferencia transitiva y se considera una habilidad social avanzada.

* * *

Me gustan las urracas, tan atrevidas, beligerantes y burlonas. Las bandadas de urracas o arrendajos azules (*Cyanocitta cristata*) de mi zona son conocidas por sus lazos familiares y sus complejos sistemas sociales, así como por su afilada inteligencia y por su afición a las bellotas. Tienen una forma especial de irrumpir en escena, graznándose, bromeando, burlándose las unas de las otras, retándose y «ladrando como terriers azules», en palabras de Emily Dickinson. Los arrendajos azules son capaces de seleccionar las encinas fértiles con hasta un ochenta y ocho por ciento de precisión. Además, saben contar al menos hasta cinco e imitan a la perfección el grito penetrante de un busardo hombrorrojo, *quiá, quiá*, cosa que suelen hacer para ahuyentar a otras aves haciéndolas creer que hay un ave de rapiña cerca y contar así con un mayor botín de frutos secos. De ahí que no sorprenda que los arrendajos azules sean los héroes bromistas de los chinook y otras tribus de la costa del Pacífico noroeste de Estados Unidos.

Una especie del Viejo Mundo da muestras de una perspicacia social especialmente adorable. Miembro colorido de la inteligente familia de los cuervos americanos, el arrendajo parece intuir el estado mental de su pareja o, al menos, sus deseos, y reacciona dándole lo que más anhela.

El nombre en latín del arrendajo, *Garrulus glandarius*, podría servir de explicación. Los arrendajos son afectuosos, pero en realidad no son tan gregarios como sus primos más comunales, los grajos y las grajillas

occidentales, que anidan en colonias superpobladas. Lo que les gusta es establecer vínculos de pareja.

Como muchos otros córvidos, los arrendajos eurasiáticos comparten los alimentos, pero sólo lo hacen para ganarse el favor de sus parejas. Un macho corteja a una hembra seleccionando regalos succulentos para ella. Ljerka Ostojić y sus colegas en la Universidad de Cambridge emplearon recientemente esta forma específica de hacer regalos para investigar si estos pájaros eran capaces de entender que otros pájaros (en este caso, sus parejas) tienen sus propios deseos y necesidades, una habilidad social sofisticada que recibe el nombre de atribución de estados.²⁵

En un elegante experimento, se permitió a los arrendajos macho observar a través de una pantalla mientras sus parejas se atiborraban con uno o dos obsequios especiales, larvas de orugas o gusanos de la harina. (Es posible que tales exquisiteces no resulten del agrado del lector, pero las larvas de oruga son como el «chocolate negro» del mundo de los arrendajos.) A continuación, se concedió a los machos la oportunidad de ofrecerles como regalo una larva de oruga o un gusano de la harina.

A las aves, como a las personas, les gusta la variedad y son capaces de hartarse de algo que les gusta. Se denomina saciedad sensorial específica. (Ya sabe de qué hablo: es como cuando nos damos un atracón de queso e, incapaces de probar ni un trocito más, nos comemos una pieza de fruta.) La apetencia de una hembra arrendajo cambia con la experiencia. Corresponde al macho llevar un seguimiento de estas preferencias modulables, puesto que entregarle el alimento que más desea refuerza su lazo con ella. Y como era de esperar, cuando se permitió a un arrendajo macho ver la elección que hacía su dama en el banquete de este experimento, optó por ofrecerle el obsequio que no había comido.

Aunque es posible que sólo tuviera en cuenta lo que a él podría apetecerle. Si observarla comer larvas de oruga disminuye su apetito por ese manjar, tal vez esto podría gobernar su elección de lo que va a ofrecerle a continuación. Sin embargo, resulta que contemplarla comer de un plato o del otro no afecta a lo que él mismo elige para sí. Cuando no existe la posibilidad de alimentar a su pareja, escoge entre los dos alimentos en función de sus propias preferencias. Y cuando puede compartir la comida con ella,

desatiende sus propios deseos y anticipa los de la hembra, como si fuera consciente de la saciedad sensorial específica de ésta. Y le ofrece el bocado de su elección con la misma gentil cortesía con la que un escudero serviría a su señora una porción de su tarta de chocolate preferida.

Es posible que no sea exactamente equiparable a la atribución de estados en los humanos, es decir, a la capacidad de inferir que el prójimo posee una vida interior similar a la nuestra, a la par que diferente. Pero se aproxima mucho. El arrendajo demuestra que entiende el estado de apetencia específico de su pareja («La hembra quiere esto, no aquello»). Comprende que difiere del suyo propio («Yo me acabo de comer una larva de oruga, pero ella no»). Y puede ajustar (¡¡y ajusta!!) con flexibilidad su comportamiento relativo a compartir alimentos para colmar los deseos concretos de ella.

«Estos experimentos nos proporcionan datos emocionantes en línea con la idea de que el macho atribuye un deseo a su pareja —explica Ostojić—. No obstante, debemos realizar nuevos estudios para entender exactamente qué pistas emplean los machos para responder a la saciedad específica de la hembra. Necesitamos desentrañar si el macho responde meramente a rasgos observables para deducir el deseo de ésta.»²⁶

El que un arrendajo macho pueda deducir los apetitos de su pareja simplemente observándola apunta a la posibilidad de que las aves podrían poseer un elemento clave de lo que se conoce como teoría de la mente: el entendimiento de que el prójimo tiene creencias, deseos y perspectivas distintos de los nuestros.

«Cognitivamente, atribuir deseos a los demás es menos exigente que atribuirles creencias —añade Ostojić—. En el caso de los humanos, éste es un paso muy preliminar hacia el desarrollo de una teoría de la mente integral. Si el arrendajo macho realmente entiende lo que quiere la hembra, ello nos proporcionaría una prueba de que un animal no humano es capaz de este importante aspecto de la teoría de la mente.»²⁷

Si se pregunta a una docena de expertos en el campo de la cognición animal si los animales no humanos poseen una teoría de la mente se obtendrán una docena de respuestas distintas. Por regla general, hay dos vertientes: la primera, los aguafiestas sedicentes, quienes niegan que las especies no humanas posean algo ni remotamente parecido a este tipo de cognición

avanzada; y por el otro lado están quienes se hacen eco de la afirmación de Darwin de que los seres humanos diferimos mentalmente de las demás especies sólo en grado, pero no en esencia. Dos científicos de la Universidad de Pensilvania, Robert Seyfarth y Dorothy Cheney, defienden el segundo postulado.²⁸ Arguyen que incluso las formas humanas de teoría de la mente más complejas entroncan con lo que denominan una apreciación subconsciente de las intenciones y perspectivas del prójimo. Como mínimo, las charas californianas parecen poseer estos bloques constructores de la teoría de la mente.

La sociabilidad tiene grandes ventajas: más ojos para detectar a los depredadores, localizar alimento y contar con multitud de oportunidades para aprender de los demás. Esto evita malgastar tiempo averiguando cómo abrir un fruto seco o arriesgarse a comer una baya venenosa. Se pueden imitar las buenas ideas y seguir a los miembros de la bandada hasta las fuentes alimenticias más succulentas y seguras. Los grajos y los cuervos grandes, por ejemplo, confían en otros miembros de la bandada para encontrar zonas de alimento fructíferas y se amontonan alrededor de las especialmente copiosas.²⁹

Según Lucy Aplin, los páridos, entre los cuales se cuentan los carboneros y los herrerillos, utilizan sus conexiones sociales para localizar alimento y copiar estrategias para obtenerlo, y se transfieren información de bandada a bandada e incluso entre especies. Aplin, investigadora de la Universidad de Oxford, estudia la naturaleza social de las grandes bandadas de páridos de los bosques de Wytham. Para investigar las asociaciones y redes sociales de las aves (su versión de Facebook), Aplin y sus colegas colocaron a carboneros y herrerillos diminutas etiquetas electrónicas que controlaban sus visitas a una red de puntos de alimentación. De manera simultánea, el equipo evaluó la personalidad de cada ejemplar mediante una prueba que medía su atrevimiento y comportamiento exploratorio.

Cabe aclarar que las aves, en efecto, tienen una personalidad propia. Algunos científicos evitan utilizar tal término, por sus matices antropogénicos, y prefieren hablar de temperamento, estrategias de afrontamiento o de superación o de síndrome conductual. Sin embargo, al margen de la expresión

que se emplee, lo cierto es que cada ave se comporta de un modo estable y coherente a lo largo del tiempo y en distintas circunstancias, tal como hacemos nosotros. Las hay audaces y mansas, curiosas y precavidas, tranquilas y nerviosas, y algunas aprenden rápido mientras que otras lo hacen más despacio. «Se cree que esta disparidad en la personalidad se refleja en los distintos ejemplares en su reacción al riesgo», explica Aplin.

Recientemente, los científicos han identificado tales diferencias de personalidad en los carboneros, lo cual contribuye a explicar la variedad de comportamientos en el comedero recién rellenado: hay un pequeño ejemplar aparentemente tiránico experto en acaparar todo el alpiste, mientras que otro merodea tímidamente por los flancos. Hay carboneros osados, exploradores «rápidos», chapuceros y temerarios, y también los hay «lentos», precavidos y meticulosos.³⁰ Damos por sentada la multitud de personalidades distintas en nuestra especie. ¿Por qué no debería existir tal diversidad en otras?

El estudio realizado por el equipo de Aplin no sólo reveló asociaciones entre aves con personalidades similares, sino que también detectó que los pájaros más osados revolotean de grupo en grupo, ampliando el tamaño de sus redes sociales y mejorando su acceso a la información acerca de las fuentes de alimento.³¹ «Ello es especialmente relevante en invierno, cuando hallar una nueva zona con alimento abundante puede entrañar la diferencia entre la vida o la muerte —aclara Aplin—. No obstante, este comportamiento puede ser una estrategia social “arriesgada”, pues aumenta la vulnerabilidad a la depredación y las enfermedades», lo cual ayudaría a explicar por qué la timidez es un rasgo persistente en estas aves.³² El equipo averiguó también que las distintas especies de páridos, el carbonero común, el herrerillo común y el carbonero palustre, se comunican la existencia de alimentos.³³ «Los carboneros palustres son los mejores proveedores de información —observa Aplin—. Actúan como una suerte de especie *clave* en el paisaje informativo.»

En Suecia y en Finlandia, las investigaciones revelaron que una especie podría obtener información de otra no sólo acerca de fuentes de alimento, sino acerca de qué constituye un buen «hogar».³⁴ Los experimentadores marcaron cajas de anidación con círculos o triángulos blancos en una zona donde anidan tanto páridos como papamoscas durante la migración. Las hembras de papamoscas que llegaban más tarde, durante la estación de puesta, parecían

limitar sus riesgos eligiendo anidar sólo en las cajas con los mismos símbolos que los que adornaban las cajas consagradas como sitios de nidificación predilectos de los páridos.

Dicho de otro modo, las aves sociales pueden aprovechar la información que les proporcionan otras aves. Esto incluye a padres e iguales e incluso a otras especies de aves. Los científicos creen que la presión por aprovechar tales fuentes sociales de información no sólo ha conferido a algunas aves una ventaja en la lucha por la supervivencia y la reproducción, sino que también podría haber contribuido al agrandamiento de sus cerebros.

De hecho, las aves demuestran una capacidad notoria para aprender de sus camaradas.

Recuerde los famosos páridos de Gran Bretaña que aprendieron a abrir botellas de leche a principios del siglo XX, truco que fue extendiéndose de pájaro en pájaro, hasta el punto de que, en la década de 1950, en toda Inglaterra las botellas de leche se hallaban bajo asedio. Para comprobar el posible funcionamiento de este aprendizaje social, Aplin y sus colegas diseñaron recientemente un ingenioso experimento: implantaron nuevas conductas en las poblaciones de carboneros comunes de los bosques de Wytham y observaron cómo se propagaban.³⁵

El equipo retuvo en cautividad a unos cuantos ejemplares y los adiestró para solucionar un sencillo puzzle relacionado con la búsqueda de comida. Los pájaros debían empujar una puerta corredera a la derecha o a la izquierda para acceder a un comedero oculto tras ella. Se aleccionó a algunos de ellos para que la corrieran hacia la derecha y a otros, hacia la izquierda. Después, todas las aves volvieron a liberarse en los bosques, donde se habían esparcido estos puzzles con comida. Los dispositivos se equiparon con unas antenas de diseño especial para detectar las diminutas etiquetas electrónicas que llevaban los páridos, con el fin de contar con un registro de las visitas de cada pájaro en concreto.

Los resultados fueron fascinantes. Las aves adiestradas se mantuvieron fieles a empujar la puerta del lado que se les había enseñado y, al cabo de pocos días, los investigadores detectaron que aves locales de cada área

adoptaban este mismo comportamiento, con una rápida difusión mediante las redes sociales a gran parte de la población local. Incluso si un pájaro descubría que podía correr la puerta hacia el otro lado y obtener la misma recompensa, daba continuidad a la tradición local. Y las aves que se desplazaron a una nueva región de los bosques donde se aplicara un enfoque distinto modificaron su técnica con acuerdo al modo local de hacer las cosas. Al parecer, los pájaros, al igual que las personas, son conformistas. Un año más tarde, los pájaros recordaban su técnica preferida, dice Aplin, «y la preferencia se mantenía, incluso cuando el comportamiento se propagaba a una nueva generación de aves».³⁶

Este tipo de aprendizaje social (copiar a otras aves del entorno local), explican los investigadores, podría ser un modo rápido y barato de adquirir nuevos comportamientos prácticos sin necesidad de acometer un aprendizaje mediante ensayo y error que podría entrañar riesgos. También se trata, explica Neeltje Boogert, «de la primera evidencia obtenida mediante experimento de una variación cultural persistente relativa a nuevas técnicas de alimentación, que hasta ahora se creía exclusiva de los primates».³⁷

El aprendizaje social desempeña claramente un papel relevante en las vidas de los pájaros, y no sólo en el terreno de la alimentación. Las hembras del diamante cebrado de Timor o diamante mandarín aprenden de otras cebras a elegir macho para aparearse.³⁸ Pongamos, por ejemplo, que una hembra virgen ve a otra hembra apareándose con un macho que lleve un anillo blanco en una pata. Posteriormente, cuando se le presentan dos machos desconocidos, ambos con anillo, uno blanco y el otro naranja, escogerá al macho con el anillo blanco.

Por otro lado, está el tema de aprender a identificar a depredadores o amenazas. Podría pensarse que la reacción a un depredador, como un ave de rapiña o una serpiente, debería ser algo innato en un ave. Y, en efecto, algunas reacciones lo son. Pero a la hora de detectar peligros nuevos, copiar a los aliados puede resultar práctico. Otros experimentos demostraron que los

mirlos europeos aprenden a hostigar a una especie de aves normalmente considerada inofensiva, los melifágidos australianos, tras ver a otros mirlos hacerlo.³⁹

Las aves aprenden acerca de los parásitos de puesta de un modo similar. Así, por ejemplo, las crías de la ratona australiana azul o maluro soberbio en un primer momento no sienten interés por la presencia de un cuclillo bronceado.⁴⁰ Sin embargo, tras observar a otros maluros hostigar a los cuclillos, modifican su trino cuando ven uno y emiten lastimeras llamadas de alerta que instigan el hostigamiento y el ataque a los cuclillos.

Una serie excelente de estudios realizados en los últimos cinco años por John Marzluff y sus colegas de la Universidad de Washington han revelado las extraordinarias capacidades de los cuervos americanos no sólo para reconocer a seres humanos por su rostro, sino para transmitir a otros ejemplares información sobre aquellas personas a quienes consideran peligrosas.⁴¹ En un experimento, equipos de personas pasearon por varios vecindarios de Seattle, incluido el campus de la Universidad de Washington, llevando distintos tipos de máscaras. Un tipo en concreto de máscara en cada grupo representaba la máscara «peligrosa» (en el campus, se trataba de la máscara de un cavernícola). Las personas que llevaban la máscara peligrosa capturaron varios cuervos americanos salvajes. El resto de las personas, con máscaras «neutras» o con el rostro al descubierto, se limitaron a deambular de manera inofensiva.

Nueve años después, los científicos enmascarados regresaron a la escena del delito. Los cuervos americanos de aquellos vecindarios, incluidos los ejemplares que ni siquiera habían roto el cascarón en la fecha de la captura, reaccionaron a las personas con las máscaras peligrosas como si fueran una amenaza, bombardeándolas en picado, dándoles tirones y hostigándolas. Al parecer, las aves que habían presenciado la captura original y las que participaron en los hostigamientos posteriores recordaban qué máscaras representaban peligro... y se lo habían comunicado a otros cuervos americanos, incluida su prole. Esta tendencia a hostigar a la máscara peligrosa se extendió a los cuervos de un kilómetro a la redonda de las zonas originales de los vecindarios, tal vez mediante las «redes de información» de los cuervos americanos.

Aprender por observación o imitación es una cosa, y aprender bajo la tutela de un maestro es otra muy distinta. Hace más de dos siglos, Immanuel Kant argumentó que «el hombre es el único ser que necesita educación». Esta concepción, según la cual la enseñanza es una forma de aprendizaje social exclusivamente humana, se ha perpetuado de manera pertinaz. En la actualidad, los escépticos siguen cuestionando si, aparte de en el *Homo*, la enseñanza existe en alguna otra especie. Para que se dé una auténtica enseñanza, defiende este planteamiento, se requieren capacidades cognitivas de las que otros animales sencillamente carecen, como la anticipación y la intencionalidad, además de la comprensión de que otro ser pueda ser inexperto u otros aspectos de la teoría de la mente.

Sin embargo, cada vez existen más pruebas que sugieren que algunos animales no humanos muestran claras formas de enseñanza.⁴² Las suricatas, por ejemplo, parecen instruir a sus crías en el manejo de las presas más delicadas, como las serpientes o los escorpiones (que poseen neurotoxinas lo bastante potentes para matar a un ser humano).⁴³ Las suricatas adultas ofrecen a los cachorros más jóvenes e inexpertos presas muertas o incapacitadas (por ejemplo, un escorpión al que han dispensado un mordisco rápido en la cabeza o el abdomen). A medida que las crías crecen, sus instructores van introduciendo de manera paulatina presas vivas que suponen un reto creciente. Dar a un cachorro inexperto un escorpión o una serpiente que aún se retuerza podría derivar en que la presa se escabullera y tanto maestro como alumno se quedarían sin comida. En cambio, el esfuerzo acaba propiciando que el cachorro desarrolle destreza en la caza y el manejo de las presas escurridizas. Al parecer, incluso las hormigas enseñan. Los científicos han observado a hormigas experimentadas en correr en tándem modificar sus trayectos cuando las sigue un ejemplar inexperto, hacer pausas durante la ruta para permitir que el pupilo explore los puntos de referencia y reemprender el viaje sólo después de que éste las golpee con una antena.⁴⁴

Con todo, los ejemplos convincentes de la existencia de la enseñanza en el reino animal continúan escaseando, precisamente uno de los motivos por los que la aparente pedagogía del turdoide bicolor resulta tan fascinante.

El turdoide bicolor (*Turdoides bicolor*) es un llamativo pajarillo blanco con plumas de color chocolate oscuro en las alas y la cola que prolifera en las zonas de matorrales y en la sabana del sur de África. Los turdoides viven en grupos familiares de entre cinco y quince miembros con lazos estrechos, y son muy sociales y parlanchines (en este sentido, parecidos a las suricatas, paradigmas de la sociabilidad en los mamíferos).⁴⁵ Conocidos en afrikaans como los «burlagatos blancos», son una especie ruidosa célebre por su cháchara constante y por sus coros en grupo de *chuc-chucchuc* y *chou-chou-chou*. Nunca se apartan demasiado los unos de los otros, sino que prefieren alimentarse, acicalarse las plumas con el pico, jugar a pelearse y hacer corrillo en comunidad. Cuando un turdoide vuela, los demás también vuelan.

Amanda Ridley, la investigadora al frente del «Proyecto de investigación del *Turdoides bicolor*», estudia estas aves en el sur del desierto del Kalahari, en Sudáfrica. Los turdoides se crían en comunidad. Los grupos familiares están dominados por una única pareja de cría, junto con otros varios adultos que no se reproducen, pero que, sin embargo, ayudan a alimentar y a cuidar a los polluelos. La pareja dominante es monógama no sólo social, sino también sexualmente, un rasgo poco frecuente en el reino de las aves.⁴⁶ En cualquier grupo, el noventa y cinco por ciento de las crías descienden de la pareja dominante.⁴⁷ Ahora bien, todos los adultos miman a los pequeños, a quienes ayudan a empollar, alimentar y cuidar.⁴⁸ Si la pareja dominante no tiene descendencia, se tiene constancia de turdoides que han secuestrado a polluelos de otro grupo y los han criado como propios.⁴⁹

Los turdoides pasan en torno al noventa y cinco por ciento de su tiempo de vigilia hurgando en lechos de hojas en busca de escarabajos, termitas, larvas de insectos y escíncidos excavadores. Buscar comida dando la espalda al mundo es arriesgado para un turdoide. Por encima de ellos en la cadena alimentaria y a la zaga de aves en busca de gusanos se encuentran el gato montés, el esbelto herpéstido, la cobra del Cabo, la víbora bufadora, el búho manchado y el azor lagartijero claro. De hecho, para un turdoide es tan peligroso bajar la cabeza que estos pajarillos hacen turnos como centinelas, privándose de buscar comida para alertar al grupo de la llegada de problemas por tierra o aire. El centinela se posa en un lugar despejado por encima de sus compañeros que buscan comida y supervisa activamente la zona para detectar

a posibles depredadores, envía voces de alerta roncas cuando es preciso y mantiene al grupo constantemente al corriente de su vigilancia mediante una suerte de «canto del centinela».⁵⁰

Otras especies de pájaros se aprovechan inteligentemente del elaborado sistema de vigilancia de los turdoides. Unos pequeños pajarillos solitarios llamados abubillas arbóreas son célebres por prestar atención a los turdoides centinelas.⁵¹ Estos pequeños «parásitos de información pública» merodean cerca de los turdoides cuando buscan comida, atentos a sus voces de alarma. Ello permite a las solitarias abubillas arbóreas no tener que estar tan vigilantes e invertir más tiempo buscando alimento en más lugares y con mayor éxito, e incluso aventurarse a salir a descubierto sin preocuparse por la presencia de depredadores.⁵² Los drongos ahorquillados son más zafios en su manera de vivir de gorra. Sumamente inteligentes y expertos imitadores, emiten falsas llamadas de alarma de los turdoides y otras especies, las cuales hacen a los turdoides abandonar sus gusanos de la harina y huir en busca de refugio.⁵³ Entonces, los drongos roban a la víctima inconsciente el alimento aunque sólo lo haya abandonado un momento. Ridley y su equipo han descubierto recientemente que los drongos engañan a los turdoides variando el tipo de voces de alarma que emiten, lo cual dificulta a los turdoides detectar el ardid.⁵⁴

Ser un turdoide centinela es un trabajo arriesgado: estos ejemplares suelen caer presa con mucha más frecuencia que los que buscan comida, sobre todo en las garras de halcones y búhos. Ahora bien, la vida entraña peligros para cualquier turdoide. Y ahí es donde entra en juego la enseñanza.

Ridley y su colega Nichola Raihani han descubierto que pocos días antes de que las crías de los turdoides echen plumas, los adultos empiezan a emitir una suave voz a modo de «ronroneo» cuando llevan la comida al nido, acompañada por un delicado aleteo.⁵⁵ Se trata del período de adiestramiento: el ronroneo indica la llegada de alimento. Los adultos empiezan a utilizar esta llamada sólo cuando sus crías se aproximan a la edad de emplumarse. «Cuando los polluelos asocian la llamada con el alimento, los adultos pueden hacerlos “picar el anzuelo” emitiendo el reclamo mientras sostienen la comida, que, no obstante, no les entregan hasta que han respondido bien al reclamo —explica Ridley—. Las crías intentan alcanzar la comida, pero el

adulto retrocede lejos de su alcance, fuera del nido, obligando al polluelo a seguirlo. Esta táctica del “anzuelo” parece ser la estrategia que emplean los padres para “obligar” a las crías a echar pluma», un asunto de urgencia, pues la posibilidad de la depredación de nidos aumenta a medida que los polluelos crecen.

Después de que el polluelo haya emplumado, los adultos utilizan este reclamo especial para alejarlo del peligro y dirigirlo hacia zonas óptimas donde buscar comida. Se trata de una operación más complicada de lo que pueda sonar. Los adultos no están enseñando a sus polluelos un simple hecho, como la ubicación específica de un lugar donde buscar alimento. En cierto sentido, ello resultaría inútil, pues la mayoría de las zonas donde los turdoides buscan alimento son efímeras. En lugar de ello, instruyen a los polluelos en la habilidad de determinar los rasgos de un buen lugar donde buscar comida, un lugar con abundancia de presas y alejado de los depredadores. Asimismo, adiestran a las crías para responder adecuadamente a una amenaza alejándolas de las zonas inseguras cuando merodea un depredador, explica Ridley. «De manera que ese reclamo cumple dos funciones después de que los polluelos echen pluma: aprender las características de los lugares indicados para buscar alimento y aprender a huir de los depredadores con eficacia.»

Por su parte, los polluelos no son alumnos pasivos. Los estudios realizados por Ridley y sus colegas sugieren que las crías utilizan al menos dos inteligentes estrategias sociales para multiplicar la cantidad de alimento que reciben. En primer lugar, son selectivas a la hora de elegir a quién siguen y se pegan como lapas a los adultos especialmente expertos en la captura de presas.⁵⁶ En segundo lugar, cuando están hambrientas, «chantajea» a los adultos para que las alimenten más aventurándose a salir a lugares despejados que entrañan un mayor riesgo.⁵⁷ Cuando están saciadas, permanecen a cubierto en la relativa seguridad que ofrecen los árboles.

Sigue abierto el interrogante sobre si la enseñanza que demuestran los turdoides bicolor requiere habilidades cognitivas sofisticadas.⁵⁸ Podría regirse por procesos sencillos, como las reacciones reflejas que parecen formar parte de la enseñanza de las suricatas. Las suricatas enseñan a sus cachorros reaccionando instintivamente a los cambios en los llantos suplicantes de éstos a medida que crecen: la llamada de una cría pequeña les

indica que deben llevar una presa muerta, mientras que la de una cría algo mayor, que han de llevar una presa viva. No obstante, tal como señala Ridley: «La enseñanza en los turdoides bicolor y en las suricatas difiere. Las suricatas tienden a exhibir una enseñanza práctica (en la que el maestro coloca al alumno en una situación que lo conduce a aprender una nueva habilidad), mientras que los turdoides bicolor tienden a adiestrar o entrenar a sus crías (de tal modo que el maestro altera el comportamiento del alumno) —explica—. No podemos descartar por entero que la enseñanza que observamos en los turdoides sea el resultado de reacciones reflejas (se requieren estudios adicionales en este sentido), pero sin duda parece que se precisan ciertas habilidades cognitivas para llevar a cabo este tipo de adiestramiento».⁵⁹

Ridley sospecha que también podrían darse casos de enseñanza en otras especies de aves con crías móviles que acompañan a los adultos en busca de comida y utilizan las pistas que éstos les dan para hallar alimento, como los turdoides árabes (o tordalinos arábigos), los corvinos negros, las charas floridanas y los sericornis de cejas blancas. «Varios colegas han detectado este comportamiento en las especies que estudian —afirma—, de manera que este tipo de enseñanza podría ser más generalizado de lo que sabemos a día de hoy.»

Los científicos han detectado esta suerte de ingenio social sorprendente en las vidas de muchas especies pajariles. Lo que han descubierto es algo que anticipaban: una correlación entre las dimensiones del grupo social del ave y el tamaño de su cerebro.⁶⁰

La hipótesis de la inteligencia social pronostica que los animales que viven en grandes grupos sociales presentan cerebros más grandes de lo esperado a causa de las complejas presiones sociales. De hecho, cuando el antropólogo y psicólogo evolutivo de Oxford Robin Dunbar comparó los tamaños cerebrales de distintas especies de primates, descubrió que los que vivían en grupos sociales más extensos tenían cerebros más grandes.⁶¹ En los monos y simios, el tamaño del cerebro de una especie aumentaba en

proporción directa a la dimensión del grupo. En los primates, el tamaño del grupo se considera un símbolo de la complejidad social, que puede derivar en una cognición más avanzada.

Recientemente, una inteligente simulación por ordenador ofreció pruebas virtuales de esta línea de pensamiento.⁶² Un equipo de científicos del Trinity College de Dublín creó un modelo informático con redes neuronales artificiales que actuaban a modo de «minicerebros». Estos minicerebros eran capaces de reproducirse. Y también podían evolucionar, con mutaciones aleatorias que introducían nuevos elementos en sus pequeñas redes. Si estos nuevos elementos beneficiaban a la red, la inteligencia de ésta aumentaba y podía reproducirse de nuevo, transmitiendo un poco más de capacidad cerebral. Cuando los científicos programaron los minicerebros para lidiar con tareas desafiantes que requerían colaboración, los minicerebros «aprendieron» a cooperar. A medida que estos minicerebros se volvían «más inteligentes», la colaboración se aceleraba, así como la presión evolutiva de tener cerebros más grandes. Estos hallazgos confirman la idea de que las interacciones sociales complejas, como la colaboración, generaron las presiones selectivas necesarias para la evolución de cerebros de mayor tamaño y unas habilidades cognitivas avanzadas en nuestros ancestros primates.

No obstante, cuando Dunbar y sus colegas estudiaron a aves y otros animales, el patrón de «a mayor grupo social, mayor cerebro» no se sostenía.⁶³ Los pájaros con cerebros más grandes no vivían en bandadas numerosas. Por el contrario, preferían los grupos reducidos y cohesionados y, en su mayoría, se apareaban de por vida.

Al parecer, en el caso de las aves, es la calidad de las relaciones y no la cantidad lo que amplía su capacidad cerebral.⁶⁴ El desafío mental no reside en recordar las características individuales de centenares de individuos de grandes bandadas o gallineros ni en tener un gran número de relaciones esporádicas. La tarea verdaderamente exigente, al menos desde el punto de vista psicológico y cognitivo, estriba en entablar alianzas estrechas, sobre todo en forjar vínculos con una pareja y proporcionar cuidados parentales a largo plazo a las crías.⁶⁵

Todos conocemos los desafíos: consultar, deliberar, coordinarse, llegar a acuerdos y toda la suerte de factores que una pareja debe contemplar para planificar el día.

Algo similar sucede en el caso de los pájaros.

Cerca del ochenta por ciento de las especies de aves viven en parejas socialmente monógamas o, lo que es lo mismo, permanecen con la misma pareja durante una única temporada de cría o durante más tiempo (lo cual contrasta marcadamente con el tres por ciento aproximado de especies de mamíferos que exhiben esta monogamia social).⁶⁶ Ello se debe en gran medida a que la labor de alimentar a los polluelos es tan exigente que requiere el cuidado de ambos progenitores. Las aves con crías altriciales, sobre todo, se dejan las plumas para alimentarlas. Sin la aportación tanto del macho como de la hembra, pocos polluelos altriciales llegarían a la época de emplumar. Es lógico que compartan la carga. Sin embargo, para ello, para incubar conjuntamente los huevos y alimentar y proteger a las crías, se precisa una meticulosa coordinación y sincronización de actividades. Y eso implica conocer las peculiaridades, anhelos, necesidades y cambios de comportamiento en el día a día de la pareja.

De acuerdo con el biólogo cognitivo Nathan Emery, para mantenerse ligado a una pareja de este modo se requiere una forma especial de cognición.⁶⁷ La llamada inteligencia relacional es la capacidad de interpretar las señales sociales sutiles de una pareja, reaccionar de manera apropiada y utilizar esta información para predecir su comportamiento. Y ello requiere una perspicacia mental considerable.

Algunas aves refuerzan sus lazos mediante actos sofisticados de movimientos corporales o vocalizaciones. Las parejas de grajos, por ejemplo, se unen en un despliegue sincronizado de inclinaciones de cabeza y apertura de cola en abanico.⁶⁸ Los cucaracheros cejones, unos pajarillos tímidos de tonos apagados que viven en las profundidades de los bosques nubosos de los Andes, cantan rápidamente alternando sílabas con una coordinación tan impecable que suena como si sólo trinará un pájaro.⁶⁹ Sus duetos son una suerte de tango auditivo sofisticado con el cual demuestran un nivel asombroso de conducta cooperativa. Los pájaros de una pareja pueden cantar solos, pero, cuando lo hacen, dejan huecos más dilatados entre las sílabas musicales, en

los cuales, normalmente, el otro miembro de la pareja interpone una breve nota. Ello sugiere que cada miembro de una pareja conoce su parte del canto, a la vez que depende de las notas auditivas que envía la pareja para determinar cuándo y cómo cantar. Se asemeja mucho al toma y daca de una conversación. Interpretar duetos con tal coordinación requiere estar muy «sintonizado» con la pareja, lo cual podría comunicar la fortaleza del vínculo entre ésta y el nivel de compromiso mutuo.

Un periquito común macho (*Melopsittacus undulatus*) demuestra su compromiso con su pareja tamborileando una imitación perfecta del reclamo de «contacto» de la hembra, la llamada especial que ésta utiliza para mantenerse en contacto con su pareja mientras vuela, alimenta o se ocupa de tareas cotidianas.⁷⁰ Estos pequeños y sociables loros australianos son monógamos, pero también muy gregarios: les encanta pasar el tiempo en grandes bandadas. Tras sólo unos días juntos, las parejas de periquitos comunes son capaces de converger en la misma llamada de contacto, pues el macho aprende a imitar sin tacha a la hembra.⁷¹ El macho hace suyo el reclamo de la hembra. Y ésta utiliza la precisión de su imitación para juzgar su compromiso a la hora de cortejarla y su adecuación como pareja de cría. Nancy Burley, de la Universidad de California, Irvine, y el equipo con el que estudia al periquito común sospechan que ésta podría ser la razón evolutiva de la capacidad de los loros para aprender a imitar rápidamente nuevos sonidos. «También explicaría por qué los entusiastas de los loros sugieren que los “mejores parlanchines” entre los periquitos comunes suelen ser los machos obtenidos cuando eran muy jóvenes que se han mantenido aislados de otros periquitos comunes. Los periquitos comunes criados en tales condiciones probablemente quedan marcados por los humanos y podrían empezar a cortejarlos», escriben.⁷²

¿Qué sucede realmente en el cerebro de un pájaro cuando es sociable? ¿Por qué algunas aves forman potentes vínculos de pareja y otras no? ¿Y por qué algunas son solitarias y otras mariposas sociales?

El desaparecido James Goodson examinó atentamente los cerebros de las aves para intentar dar respuesta a estas preguntas. Biólogo en la Indiana University hasta su prematura muerte a causa del cáncer en 2014, Goodson estudió los circuitos neuronales de la agrupación social en las aves. Le interesaba entender los mecanismos cerebrales que determinan cómo los pájaros adoptan decisiones sociales acerca de con quién relacionarse y del tamaño de la bandada.

De acuerdo con Goodson, los circuitos de los cerebros de las aves que controlan el comportamiento social se parecen mucho a los del cerebro humano.⁷³ Son circuitos ancestrales, tan ancestrales que son comunes a todos los vertebrados, con unos 450 millones de años de antigüedad, al antepasado compartido de aves, mamíferos y tiburones.⁷⁴ Las neuronas que los integran responden a un grupo de moléculas antiguas en términos evolutivos llamadas nonapéptidos. La función original de estas moléculas era regular la puesta de huevos en nuestros ancestros bilateralmente simétricos (unos animales conocidos como bilaterianos), si bien de esto posteriormente han evolucionado otras funciones sociales. En las aves, Goodson averiguó que las divergencias en la conducta social tienen su raíz en variaciones sutiles en la expresión de los genes de estas moléculas.⁷⁵ Y es probable que suceda lo mismo en los seres humanos.

En nuestros cerebros, los nonapéptidos reciben el nombre de oxitocina y vasopresina. La oxitocina, que se produce en el hipotálamo cerebral, se ha apodado «la sustancia química del amor», la «hormona del abrazo o de la confianza» e incluso la «molécula moral». En los mamíferos, desempeña un papel crucial a la hora de dar a luz, durante la lactancia y en el establecimiento del vínculo maternal. En los albores de la década de 1990, la neuroendocrinóloga Sue Carter añadió el vínculo de pareja al currículum de la oxitocina.⁷⁶ Junto con su equipo, descubrieron que los topillos de la pradera, que se aparean de por vida, presentan niveles más elevados de esta molécula que otras especies de topillos promiscuas.

Nuevas investigaciones demuestran que, en los chimpancés, compartir comida incrementa más los niveles de oxitocina que lamerse.⁷⁷ Tal vez ello ilustre el dicho de «conquistar por el estómago» (además de ofrecer una

ventana a través de la cual contemplar la atención que el arrendajo presta a las apetencias de su pareja).

En los humanos, se ha demostrado que la oxitocina reduce la ansiedad y fomenta la confianza, la empatía y la sensibilidad.⁷⁸ A título de ejemplo, estudios recientes han sugerido que una dosis de oxitocina administrada por vía nasal promueve la colaboración entre los miembros de un equipo deportivo y hace que las personas se vuelvan más generosas y confiadas en los juegos de rol.⁷⁹ También puede reforzar los vínculos románticos en los hombres mejorando la respuesta de gratificación de sus cerebros al atractivo de su pareja en comparación con otras mujeres.⁸⁰

Las aves poseen su propia versión de estas neurohormonas, llamadas mesotocina y vasotocina. En los últimos años, Goodson y su colega Marcy Kingsbury y su equipo han explorado la acción de estos péptidos en diversas especies de aves que difieren en las dimensiones del grupo.

Pensemos por ejemplo en los diamantes cebra de Timor, unos pajarillos cantores gregarios que normalmente se acurrucan con su pareja y se mezclan en bandadas de varios centenares. Los biólogos averiguaron que, si bloqueaban la acción de la mesotocina en sus cerebros, pasaban menos tiempo con sus parejas y los compañeros de jaula familiares y evitaban los grupos numerosos.⁸¹ Por otro lado, los ejemplares a los que se suministró mesotocina en lugar de un bloqueador se volvieron más sociables y buscaban un contacto más estrecho con sus parejas y compañeros de jaula, así como con grupos más extensos.⁸²

Goodson decidió ubicar los receptores de estos péptidos en el cerebro de las especies de aves con preferencias diversas en cuanto a tamaño de grupo (amplio frente a reducido). Tal vez la densidad y la distribución de los receptores fueran la clave que explicara por qué algunas especies son más sociables que otras. Se concentró en los estríldidos, una extensa familia de ciento treinta y dos fringílicos, estrildas comunes y capuchinos. Todas estas aves presentan estilos de vida ecológicos y comportamientos de apareamiento similares. Son monógamas, se aparean de por vida y comparten la crianza de los polluelos. Sin embargo, su preferencia por el tamaño del grupo varía sobremanera. Goodson viajó hasta Sudáfrica para recoger tres especies de estríldidos, dos de ellas solitarias, que se relacionaban sólo por parejas (la

estrilda melba y el granadero meridional) y una «moderadamente» social (el azulito carirrojo de Angola). Para redondear la mezcla, añadió dos aves muy gregarias que crían en grandes colonias: el diamante cebra de Timor y el pinzón canela, un bonito pajarillo de color castaño procedente del Asia tropical que prefiere la compañía de miles (y al cual se conoce en un laboratorio como el fringílido «hippie» o «pacifista» porque no se lo ha observado nunca demostrar ningún tipo de agresividad).⁸³

Como era previsible, cuando Goodson mapeó los receptores similares a la oxitocina en los cerebros de estas aves, detectó diferencias asombrosas.⁸⁴ Los diamantes cebra de Timor y los pinzones canela, altamente sociables y con preferencia por vivir en bandadas, tenían muchos más receptores de mesotocina en el septo dorsal lateral —una zona clave del cerebro relacionada con el comportamiento social— que sus parientes más solitarios.

Espoleado por la curiosidad de averiguar si estos péptidos similares a la oxitocina también desempeñaban un papel relevante en los lazos de pareja de las aves, Goodson y su colega James Klatt se asomaron de nuevo a los cerebros de los diamantes cebra de Timor.⁸⁵

Se sabe que una pareja de diamantes cebra de Timor se ha enlazado cuando las dos aves se «agrupan» o se posan una junto a otra, se persiguen, se arreglan las plumas con el pico y se sientan juntas en su nido. Cuando los científicos bloquearon la acción de los péptidos en el cerebro de los diamantes cebra de Timor, descubrieron que los pájaros no mostraban esta actividad de vínculo de pareja normal. Al parecer, sólo cuando los péptidos estaban activos en el cerebro, eran capaces de aparearse debidamente.

Algunos estudios de investigación sugieren que la oxitocina puede desempeñar un papel similar en los seres humanos. En uno de ellos, la psicóloga Ruth Feldman de la Universidad Bar Ilán de Israel detectó que los niveles de estas hormonas en los seres humanos están correlacionados con la longevidad de las relaciones: las parejas con más oxitocina tienen relaciones más duraderas.⁸⁶

No obstante, tal como señala Marcy Kingsbury, la concepción de la oxitocina en los seres humanos y su equivalente en las aves como una simple «molécula del amor» está siendo sometida a revisión.⁸⁷ Estudios recientes realizados en fringílicos sugieren que las llamadas hormonas del amor

«pueden, en efecto, intervenir en la agresión e incluso obstaculizar el establecimiento de lazos de pareja», explica Kingsbury, en función de la situación. Aún está por determinar si eso también se aplica a los seres humanos, pero, en opinión de Kingsbury y sus colegas, parece probable dadas las similitudes en la anatomía y la función de estas hormonas entre las clases de vertebrados. De hecho, algunos estudios realizados en parejas humanas muestran lo contrario de lo que podría esperarse: correlaciones entre oxitocina y emociones negativas como la ansiedad y la desconfianza.⁸⁸

Kingsbury, entre otros, defiende que no existen neuroquímicos con efectos exclusivamente «buenos» o prosociales en el cerebro y el cuerpo. Por lo que concierne a los efectos sociales de estas hormonas, al parecer, el contexto y las diferencias individuales tienen relevancia tanto en las aves como en los seres humanos.

En cualquier caso, ni siquiera las aves apareadas con un nivel elevado de hormonas del amor son parangones de fidelidad. De acuerdo con Rhiannon West, bióloga en la Universidad de Nuevo México, ésta podría ser otra razón que explique por qué algunas especies de aves son inteligentes.⁸⁹ West propone que los desafíos de mantener sus vínculos de pareja no son lo único que ha acrecentado la capacidad cerebral de las aves. Más bien, afirma, es «la complejidad de lograr un lazo de pareja sólido combinado con copulaciones fuera de la pareja lo que impulsa simultáneamente este aumento». Es lo que ella denomina una «carrera armamentística intersexual».

Hace apenas unas décadas, la ciencia consideraba las aves los paradigmas por excelencia de la monogamia sexual. En la película de Nora Ephron *Se acabó el pastel*, la protagonista se queja de que su marido es un mujeriego, a lo que su padre contesta: «¿Quieres monogamia? ¡Pues cástate con un cisne!». No obstante, gracias a años de observaciones sobre terreno y al advenimiento de la «identificación mediante huellas» moleculares, sabemos que los cisnes no son sexualmente exclusivos, como tampoco lo son la mayoría de las aves. Análisis de ADN han revelado que se dan copulaciones fuera de la pareja en aproximadamente el noventa por ciento de las especies aviares.⁹⁰ En cualquier nido, hasta el setenta por ciento de los polluelos no han sido

engendrados por el macho que cuida de ellos. Las aves emparejadas pueden ser socialmente monógamas, pero rara vez lo son sexual y, por ende, genéticamente. Si West está en lo cierto, este hecho también podría ser una fuerza motriz en la evolución de una mayor capacidad mental.

Pensemos, por ejemplo, en la alondra común (*Alauda arvensis*), un ave del Viejo Mundo que vive en extensas praderas, marjales y páramos de toda Europa y Asia y es conocida por sus cantos en vuelo extraordinariamente largos y complejos, compuestos por hasta setecientas sílabas diferentes.⁹¹ Las alondras suelen ser socialmente monógamas. Aunque el macho no ayuda a hacer el nido ni incuba los huevos, sí aporta hasta la mitad de la comida para los polluelos, aportación que se incrementa después de que éstos emplumen. Sin embargo, los científicos han descubierto que el veinte por ciento de las crías de los nidos de las alondras no están genéticamente relacionados con el macho que cuida de ellas.⁹²

Es fácil entender en qué medida los machos se benefician de la promiscuidad. Más relaciones conllevan más descendencia. Pero ¿qué sucede en el caso de las hembras? Si la participación en la paternidad de un macho se redujera en exceso, éste podría abandonar los cuidados parentales. ¿Por qué se arriesgarían las hembras a algo así?

Abundan las teorías al respecto. La creencia más establecida es que una hembra copula con otros machos con el fin de aumentar la diversidad genética de su prole (cosa que, supuestamente, aumenta las posibilidades de supervivencia de las crías, siempre que el macho que cuida de ellas no lo descubra) o bien con el fin de conseguir unos genes mejores a los provistos por su pareja.

La ecologista conductual Judy Stamps ha ofrecido otra hipótesis acerca de por qué las hembras buscan relaciones fuera de la pareja.⁹³ Su «hipótesis del “reapareamiento”», una especie de situación de divorcio y segundas nupcias, sugiere que, en las «citas amorosas», las hembras podrían comprobar el territorio hogareño y las habilidades parentales de otros machos. Si un macho «buen partido» pierde o abandona a su pareja y busca una sustituta, bien podría acudir a una hembra con la cual ya esté familiarizado. Al citarse

con el macho, la hembra no sólo se asegura una posición en primera línea con él, sino que recopila información sobre su potencial como padre o pareja superior y la calidad de sus «bienes patrimoniales».

Una teoría nueva planteada por dos biólogos de la Universidad de Noruega sugiere que las hembras que flirtean alientan una mejor colaboración en toda la comunidad.⁹⁴ «Las hembras salen beneficiadas porque la paternidad fuera de la pareja incentiva a los machos a no concentrarse en una sola nidada, sino en toda la comunidad, pues es probable que también tengan descendencia en ella.» Esto podría tener diversas repercusiones positivas, sugieren los investigadores, incluida una reducción de la agresión territorial y una mejor protección del grupo frente a los depredadores. (Estos hallazgos se hacen eco de estudios anteriores realizados en los tordos sargentos occidentales, que sugerían que las hembras sufrían menos depredación en sus nidos cuando contenían crías extrapaternales, supuestamente porque los engendadores genéticos participaban en la defensa de los nidos. Asimismo, se daba menos inanición entre los polluelos de dichos nidos.)⁹⁵ En esencia, al no poner todos los huevos en una misma cesta, por decirlo de algún modo, las hembras inflan el bien común y estimulan unas comunidades más seguras y productivas. «Mientras que la maternidad sin duda hace que las hembras cuiden de su prole en el hogar, la incertidumbre acerca de la paternidad y el potencial de tener descendencia en diversas nidadas hace que los machos inviertan en beneficios comunitarios y en bienes públicos», afirman los científicos noruegos. Dicho de otro modo: el bien de uno redundará en el bien de todos.

Tal como señala la bióloga evolutiva Nancy Burley, es poco probable que exista una única explicación a la paternidad fuera de la pareja. «El motivo por el que las hembras copulan fuera de la pareja probablemente varíe en gran medida entre las distintas especies —apunta—. E incluso dentro de una misma especie, esta decisión debe reflejar circunstancias individuales.»⁹⁶

Sea como fuere, está claro que, en las aves, tanto los machos como las hembras son balas perdidas. Ahora bien, ambos miembros se esfuerzan también por mantener un vínculo con su pareja social para criar a sus polluelos. En opinión de Rhiannon West, esta doble vida podría ser una clave

del mayor tamaño cerebral en las aves socialmente monógamas. Mantener con regularidad copulaciones fuera de la pareja al tiempo que se conserva una pareja social redundante en una vida social complicada y, a ojos de West, deriva en una carrera armamentística cognitiva intersexual.

Piénselo. Un macho afronta las demandas neurológicas de escabullirse del nido para copular con otras hembras mientras protege activamente a su pareja para minimizar las posibilidades de que ésta copule con otros machos. Con vistas a reducir las oportunidades de que un intruso se dirija al nido para mantener una copulación fuera de la pareja, por ejemplo, una alondra macho debe proteger su nido de cerca antes de que su pareja ponga los huevos. Ahora bien, también tiene otro trabajo vital: proteger su territorio. De manera que, incluso cuando protege a su pareja, continúa realizando asombrosos vuelos con cantos aéreos que le sirven para marcar territorio.⁹⁷ Estas exhibiciones aéreas de aleteos, planeos, descripción de círculos y caídas en picado pueden prolongarse muchos minutos y normalmente tienen lugar a altitudes de más de ciento ochenta metros. Se requiere una gran capacidad de maniobra para proteger tanto a la pareja como al territorio... y para encontrar, además, el tiempo y la oportunidad para un devaneo propio.

Por su parte, la hembra también necesita un conjunto de capacidades cognitivas que le posibilite no sólo escabullirse para tener sus propios escauceos, sino también evaluar a las parejas potenciales tanto a nivel genético como de patrimonio y retener la memoria espacial que le permita regresar con el macho de su elección. De hecho, en las especies con un grado más elevado de paternidad fuera de la pareja, las hembras presentan cerebros de un tamaño relativamente superior al de los machos, y en las especies con menos paternidad de este tipo se produce la situación inversa.⁹⁸

¿Cuál es el resultado de que las aves tengan todas estas aventuras al tiempo que mantienen relaciones de pareja a largo plazo? Un aumento del tamaño del cerebro en ambos sexos.

Podría existir otra carrera armamentística social que espolee la inteligencia de las aves. En este caso no hablamos de sexo, sino del hurto de comida.

Y los protagonistas vuelven a ser los arrendajos. En esta ocasión nos referimos al grajo azulejo o chara californiana (*Aphelocoma californica*). La traviesa chara azul es una presencia dominante en los extensos matorrales del Oeste americano. Marca su territorio con saltos ágiles y arremetidas salvajes, batiendo la cola y supervisando el terreno con giros rápidos de cabeza. No se le pasa casi nada por alto. Azul como su pariente el arrendajo azul (aunque sin la ufana cresta), es un ave igual de descarada, conocida por ser una ladrona y una bribona, el chacal de la maleza. De acuerdo con un ornitólogo, uno de los trucos predilectos de la chara es robarle a un gato su comida dándole un fuerte picotazo en la cola y, cuando «el gato se gira para tomar represalias, salta sobre el botín y se larga corriendo entre chillidos de regocijo».⁹⁹

La chara californiana vive en parejas monógamas durante todo el año, normalmente en bandadas. Sin embargo, en la temporada de cría, cada macho actúa como si fuera el propietario del lugar y defiende incondicionalmente su territorio de otras charas californianas rivales mediante vuelos como flechas y llamadas estridentes. «La nota de alarma habitual de la chara es un estallido vocal asombroso, “*suip, suip*”, que pone en alerta a los bosques —escribe un naturalista—. Cuaja la sangre, tal como se propone.»¹⁰⁰

Las charas californianas son una especie acaparadora, es decir, que esconde comida. Durante todo el otoño, vuelan como un rayo por el monte bajo recogiendo bellotas y otros frutos secos por miles, además de insectos y gusanos. Distribuyen estas provisiones para el futuro en miles de escondites por todo su territorio.

Todo ello puede sonar muy honorable y laborioso, salvo por un detalle. Estos pájaros llevan una doble vida y almacenan su propio alimento para el futuro al tiempo que saquean las provisiones de otras aves. No sólo ocultan sus provisiones sino que, además, saquean los botines conseguidos con esfuerzo por sus vecinos.

Una chara californiana puede perder hasta el treinta por ciento de sus reservas de alimentos almacenadas al día, una cantidad poco irrisoria para un ave que necesita acopiar comida suficiente para sobrevivir a largos y fríos inviernos.¹⁰¹ Estos hurtos, que comportan la pérdida de provisiones escondidas, suponen un grave problema y son claramente una de las desventajas de vivir en sociedad.

Sin embargo, se da un giro interesante. La interacción entre las aves acaparadoras y las saqueadoras en la comunidad de charas californianas parece haber gobernado la evolución de un comportamiento asombrosamente inteligente: el engaño táctico, tanto por parte de las acaparadoras (para proteger sus escondrijos) como de las saqueadoras (para superar en ingenio a los ejemplares que ocultan sus provisiones y a otros ladrones de la competencia y poder acceder a las provisiones).

En una serie de estudios inspirados, Nicola Clayton y sus colegas han averiguado que las charas californianas recorren largos trechos para proteger la información acerca de la ubicación de sus escondrijos de los ladrones.¹⁰² Una chara californiana acaparadora optará por ocultar sus provisiones tras una barrera o a la sombra frente a un lugar más evidente y bien iluminado al descubierto, si, y sólo si, otro pájaro la está observando. (Cuando el campo de visión de la otra ave está obstaculizado, la chara no se molesta en ocultar la comida en un lugar más escondido.) Si el pájaro que observa puede oírla, pero no verla, ocultará sus provisiones en un sustrato que produzca menos ruido, por ejemplo en tierra, en lugar de entre la grava.¹⁰³ Y si otra ave lo ha visto ocultar su comida en un escondrijo concreto, es posible que regrese a ese punto y traslade (o finja trasladar) el contenido a otro lugar, en una suerte de trile que confunde al potencial ladrón. Incluso fingirá ocultarlo buscando un nuevo lugar después de haber escondido el alimento en otro sitio, con el fin de confundir al saqueador para que no sepa dónde ha acabado finalmente la comida. ¿Se antoja esto un ejemplo claro de truco de prestidigitación taimado?

Ahora bien, no cualquier observador espolea a un macho de chara a adoptar estrategias tácticas tan complejas. Si su pareja lo está observando, es probable que sea perfectamente honesto en sus acciones. Sólo si un ave rival lo ha visto ocultar comida en un lugar concreto lo considera una amenaza. De alguna manera, las charas californianas tienen constancia de quién las observa, tanto del dónde como del cuándo. Recuerdan si las observaron mientras escondían unas provisiones concretas y quién las observaba, y sólo acudirán a trasladarlas si lo consideran absolutamente imprescindible.

Sin embargo, lo verdaderamente asombroso es lo siguiente. Una chara californiana sólo se plantea recurrir a estas inteligentes tácticas de protección de sus escondrijos si en el pasado ha realizado alguna acción piratesca. Las

aves que no han hurtado comida casi nunca cambian de lugar sus alimentos escondidos. En otras palabras, afirman los investigadores, «piensa el ladrón que todos son de su condición».¹⁰⁴

Por su parte, las aves saqueadoras intentan pasar desapercibidas, se ocultan mientras observan a otra chara esconder las provisiones y mantienen el pico cerrado, reduciendo con ello las posibilidades de que el pájaro acaparador piense en recurrir a una de sus estratagemas para proteger su botín.

El resultado es una suerte de «guerra informativa» en la que las charas saqueadoras desarrollan estrategias para buscar activamente información mientras permanecen sin ser vistas, y las acaparadoras se vuelven más y más diestras ingeniando tácticas maquiavélicas para esquivarlas, ya sea ocultando información o proporcionando información falsa.

Para Clayton y muchos otros estudiosos de la chara californiana, estas conductas tramposas y manipuladoras sugieren la existencia de procesos de pensamiento muy sofisticados: memoria para recordar quién había alrededor y cuándo (conocida como memoria episódica), así como la habilidad de utilizar la experiencia personal de ser un ladrón para predecir las acciones previsibles de otro ladrón y, quizá, incluso toma de perspectiva, como imaginar el punto de vista de otra ave (lo que sabe y lo que no) y ajustar la reacción en función de ello.¹⁰⁵ La capacidad de adoptar una perspectiva ajena, de entender lo que puede estar sucediendo en la cabeza de otro animal, es uno de los pilares de la teoría de la mente.

No está claro si el hecho de esconder y hurtar las provisiones ha impulsado la evolución de estas capacidades cerebrales.¹⁰⁶ Podría darse el caso de que dichas habilidades ya existieran en estas charas (por ejemplo, a resultas de tener que asistir a una pareja) y que simplemente las hayan aplicado a la ocultación de alimento. Se trata de una situación proverbial similar a la gallina y el huevo, o al cuervo americano y el uso de las herramientas.

¿Experimentan los pájaros capacidades sociales o emotivas tan valoradas por los humanos como la empatía o la pena? Es un interrogante abierto. Tal como advierten Clayton y su colega Nathan Emery: «En el caso de las aves, en

especial aquéllas destacadas por su inteligencia, como los cuervos americanos y los loros, es muy fácil caer en la trampa antropomórfica y atribuirles emociones humanas sin que existan pruebas concluyentes». ¹⁰⁷

Pero analicemos el caso del ánsar común (*Anser anser*). El ánsar o ganso común, un ave europea con una inteligencia modesta, se hizo famoso gracias al Premio Nobel Konrad Lorenz, quien demostró que las crías de esta ave registran todo lo que se mueve. Un ejemplo concreto: los ansarones que Lorenz crió en cautividad seguían fielmente sus botas de agua Wellington (y posteriormente intentaron aparearse con ellas). Los ánsares comunes viven en grupos que abarcan desde núcleos familiares reducidos hasta bandadas de varios miles de ejemplares y tienen una vida social comparable a la de aves más inteligentes, como los cuervos americanos y los loros. Exhiben sus vínculos sociales con sus parejas y familiares permaneciendo junto a ellos y realizando juntos una «ceremonia triunfal», una serie de movimientos rituales y exhibiciones vocales. ¹⁰⁸ Un estudio reciente realizado en el centro de investigación Konrad Lorenz, en Austria, midió la frecuencia cardíaca de estos gansos, una medida concreta de angustia, en reacción a varios acontecimientos: un trueno, el tránsito de vehículos, el despegue y aterrizaje de bandadas y, por último, conflictos sociales. ¹⁰⁹ Y resultó que el momento en el que más se les aceleraba la frecuencia cardíaca no era cuando se producía algo sorprendente o atemorizante, como el estruendo de un trueno o el ruido del tráfico rodado, sino en reacción a conflictos sociales en los que se veían involucrados la pareja o un pariente. Para los científicos, este hecho apunta a una determinada implicación emocional, que podría considerarse incluso empatía.

Y luego están los besos que se dan los grajos. Estos miembros sumamente sociables de la familia del cuervo americano anidan en bandadas superpobladas donde abundan las oportunidades de que se produzcan riñas. ¹¹⁰ Un estudio reveló que tras observar a su pareja en un conflicto, los grajos suelen consolar al ave nerviosa durante uno o dos minutos entrelazando sus picos con ella. Los investigadores anunciaron este hecho, quizá con términos un poco chuscos, como un triunfo «de la asociación con terceras partes tras el

conflicto», lo cual significa que, tras una disputa, un observador no implicado (la tercera parte) ofrecía su ternura a la víctima de la agresión, normalmente su pareja, con el fin de reconfortarla.¹¹¹

Hasta el momento, se tiene constancia de sólo un puñado de especies animales que sosiegan a otros individuos nerviosos, entre ellas los grandes simios y los perros. Recientemente han añadido los elefantes asiáticos a la lista, gracias a un estudio que demuestra que podrían consolar a un individuo afligido con sus trompas, acariciándole suavemente el rostro o metiéndole la trompa en la boca, en lo que vendría a ser un abrazo entre elefantes.¹¹²

No hace demasiado tiempo, Thomas Bugnyar y su colega Orlaith Fraser se propusieron descubrir si los cuervos grandes proporcionan este tipo de consuelo a sus parejas o amigos turbados a causa de un conflicto.¹¹³ ¿Sienten compasión los cuervos grandes por las víctimas tras un altercado agresivo? ¿Las consuelan?

El consuelo reviste un interés especial, afirman los investigadores, «porque implica un grado exigente en términos cognitivos de empatía, lo que en los humanos se conoce como “preocupación empática”». Para consolar a una víctima, primero hay que identificar su sufrimiento y luego reaccionar de un modo que alivie a quien lo padece. Para ello se requiere sensibilidad ante las necesidades emocionales del prójimo, un rasgo que en el pasado se consideraba exclusivo de los humanos y de sus parientes más cercanos, los chimpancés y los bonobos.

El equipo de científicos estudió a un grupo de trece cuervos grandes jóvenes. Antes de aparearse y volverse territoriales, los cuervos grandes pasan el tiempo en grandes bandadas y cultivan valiosos aliados y asociaciones. En cualquier grupo social pueden surgir conflictos y la «enemistad» entre jóvenes cuervos grandes no es ninguna excepción. Las luchas entre cuervos grandes, en concreto en el seno de una familia, suelen ser riñas sin importancia, con unos cuantos picotazos aquí y allá. En cambio, los enfrentamientos entre desconocidos o miembros de otras familias por nidos, parejas, alimento o territorio pueden ser prolongados e incluso mortales.

A lo largo de dos años, el equipo de investigación estudió con detenimiento ciento cincuenta y dos altercados entre ejemplares jóvenes de cuervos grandes, llevando un registro de la identidad del agresor, de la

víctima y de los espectadores o miembros de la bandada que se encontraban lo bastante cerca como para presenciar el conflicto. Clasificaron las riñas entre suaves (integradas en su mayor parte por ruidos amenazantes) o intensas (persecuciones o abalanzamientos sobre otra ave o picotazos fuertes). A continuación, en los diez minutos posteriores a cada contienda, anotaron cualquier acto de agresión o su opuesto, de asociación, con las víctimas.¹¹⁴ Para su sorpresa, los investigadores descubrieron que en menos de dos minutos tras una refriega intensa, los espectadores de la bandada mostraban gestos de consuelo con la víctima del conflicto. Tales gestos, brindados sobre todo por una pareja o un aliado, incluían sentarse junto a ella, arreglarle las plumas con el pico, entrelazar los picos o tocarle el cuerpo con delicadeza con el pico mientras emitían sonidos de «confort» en tono grave y bajo. La explicación aguafiestas: las aves sencillamente podrían estar intentando reducir los signos externos de estrés en su pareja o aliado. Sin embargo, para los autores del estudio, el comportamiento consolador de los cuervos grandes parece aflorar del conocimiento de los sentimientos del prójimo. Tales hallazgos, escriben, representan «un paso importante hacia la comprensión de cómo gestionan los cuervos grandes sus relaciones sociales y equilibran los costes de vivir en comunidad. Asimismo, sugieren que los cuervos grandes podrían ser sensibles a las necesidades emocionales de los demás».¹¹⁵

Por lo que respecta a la pena, recientemente, cuando se supo que unos científicos habían presenciado el «funeral» de una chara californiana, pensé automáticamente en un incidente del que fui testigo hace unos años en una pradera a escasa distancia de mi hogar: una bandada de arrendajos azules se había congregado alrededor de un ratonero de cola roja que acababa de cazar a uno de los suyos. La víctima se agitaba entre las garras del halcón. A su alrededor, los arrendajos chillaban y hostigaban al asesino, que parecía imperturbable a su conmoción. Permanecí allí un rato, hasta que el halcón finalmente alzó el vuelo con su botín, ya inerte.

Sin embargo, este «funeral» era distinto. Lo orquestaron Teresa Iglesias y sus colegas de la Universidad de California, Davis, a quienes interesaba averiguar cómo podían responder las charas californianas a la presencia de

una chara ya muerta.¹¹⁶ El equipo colocó una chara muerta en un punto de un vecindario residencial donde las charas suelen acudir a buscar comida y grabó lo que sucedió a continuación. La primera chara en encontrar al cadáver reaccionó llamando a otras charas con una voz de alarma que helaba la sangre. Las charas que se hallaban en los alrededores dejaron de buscar comida, acudieron volando hasta aquel lugar y se unieron en una reunión estridente y cacofónica, que se volvió más populosa y ruidosa a medida que transcurría el tiempo.

¿Lloraban a un miembro caído de su tribu? ¿Gritaban de furia? ¿Intercambiaban ideas acerca de qué lo había matado o cómo sacarlo de aquel lugar? Las aves se congregaron alrededor del cadáver durante media hora antes de emprender el vuelo de nuevo; durante uno o dos días, evitaron buscar comida en esa zona.

Las reacciones al estudio pasaron rápidamente del asombro (¡aves en duelo!) a un acalorado debate y a la crítica hacia los investigadores por el uso inapropiado del término malsonante «j****», en palabras de un comentarista.¹¹⁷ Algunos críticos detectaron automáticamente un tufillo a antropomorfismo. Aquello no podía considerarse un funeral en el sentido humano.

Desde luego, pero no era eso lo que pretendía el equipo de investigación. Simplemente estaba demostrando cómo reaccionaban las aves ante un miembro muerto de su propia especie: al parecer, comunicando ruidosamente su muerte y quizá alertando al grupo de un posible peligro, un comportamiento que los científicos denominaron «reunión cacofónica».

En este sentido, quizá la congregación de charas californianas se asemejara más al velatorio irlandés que la naturalista Laura Erickson recordó cuando tuvo noticia de esta investigación.¹¹⁸ El velatorio era en honor a su padre, un bombero de Chicago que había muerto de un infarto justo después de apagar un incendio. Erickson explica cómo, cuando los compañeros de su padre acudieron a darle el último adiós, «comentaban el buen aspecto que tenía, salvo porque estaba muerto» o se decían «que deberían pasar más tiempo en el gimnasio y hacer dieta, de lo cual se infería que querían evitar el mismo destino».

En un estudio de seguimiento, Iglesias y sus colegas descubrieron que las charas californianas responden con la cacofonía de grupo cuando ven aves muertas de distintas especies de un tamaño parecido al suyo, como palomas, zorzales petirrojos o cenizos. ¹¹⁹ (En el estudio, el equipo utilizó palomas y dos especies desconocidas para las charas californianas, el abejaruco coliazul y el tilopo nuquinegro.) Las charas apenas reaccionaron o no lo hicieron en absoluto a las muertes de las especies de menor tamaño, como los fringílicos. Ello sugiere que estas congregaciones sirven para evaluar riesgos, y no como expresión de duelo, afirma Iglesias. ¹²⁰ Las aves de tamaño similar tienden a compartir depredadores. «Sin embargo —añade—, ello no descarta la posibilidad de que las charas californianas experimenten pena durante algunas, si no todas, las reuniones cacofónicas.»

No estoy segura de qué conclusión extraer del caso de las charas californianas. Una definición de empatía es «transformar la desgracia de otra persona en una sensación de aflicción propia». ¹²¹ ¿De verdad las aves del experimento en California se limitaban a emitir una advertencia? ¿O sentían algo por su camarada? ¿Indignación? ¿Miedo? ¿Pena? Es posible que las aves no expresen emociones mediante la musculatura facial, como sí hacen los primates, pero pueden hacerlo empleando sus cabezas y cuerpos o mediante vocalizaciones, gestos y exhibiciones. ¹²² En una ocasión, Konrad Lorenz apreció que un ánsar común que había perdido a su pareja mostraba síntomas de desolación similares a los de los niños cuando sufren una pérdida: «[tiene] los ojos hundidos en las cuencas, [...] parece alicaído, le cuelga la cabeza, literalmente». ¹²³

El jurado aún está deliberando sobre si las aves sienten pena. Entre tanto, cada vez son más los científicos dispuestos a admitir tal posibilidad.

Marc Bekoff, profesor emérito de la Universidad de Colorado, explica una anécdota que le contó Vincent Hagel, expresidente de la Whidbey Audubon Society. ¹²⁴ Mientras se hallaba de visita en casa de un amigo, Hagel miró a través de la ventana de la cocina y vio un cuervo americano muerto a sólo unos pasos. «Otros doce cuervos americanos daban saltos describiendo un círculo alrededor del cadáver —explicó Hagel—. Al cabo de un par de

minutos, uno de los cuervos americanos desapareció volando unos segundos y regresó con una ramita o una brizna de hierba seca. La depositó sobre el cadáver y se marchó volando. A continuación, uno a uno, los demás cuervos americanos desaparecieron brevemente para regresar y dejar caer sobre el cadáver una hierba o una ramita antes de emprender el vuelo, hasta que todos hubieron desaparecido y el cuervo muerto yació solo con aquellas ramitas sobre él. El episodio en total debió de durar entre cuatro y cinco minutos.»

He oído otras anécdotas como ésta, de cientos de cuervos americanos que llenaron los árboles de los alrededores de un campo de golf cuando uno de ellos cayó abatido por un pelletazo, y de un torbellino de cuervos grandes que se reunieron en cuestión de minutos en un punto donde dos de ellos que se habían posado sobre un transformador eléctrico se electrocutaron. En *Gifts of the Crow*, John Marzluff y Tony Angell sugieren que los cuervos americanos y los cuervos grandes se congregan «de manera rutinaria» alrededor de sus difuntos.¹²⁵ Es posible que esta respuesta sea más social que emocional, apuntan, mientras las aves determinan qué representa el vacío que dejan en su jerarquía de grupo, asuntos de apareamiento y territorio y también, tal como sugiere Iglesias, cómo podrían evitar acabar como sus camaradas. Marzluff ha demostrado que cuando un cuervo americano ve a una persona sosteniendo el cadáver de otro cuervo americano, se le activa el hipocampo cerebral, lo cual indica que está aprendiendo algo acerca del peligro.¹²⁶ «Estamos convencidos de que los cuervos americanos y los cuervos grandes se concentran alrededor de sus muertos porque es importante para su propia supervivencia averiguar las causas y las consecuencias de la muerte de uno de ellos —escriben Marzluff y Angell—. Y también sospechamos que las parejas y parientes lloran su pérdida.»

Yo también lo sospecho. Seguramente la pena no sea algo exclusivamente humano, como tampoco lo son el amor, el engaño o intuir lo que a tu pareja le puede apetecer para la cena.



CUATROCIENTAS LENGUAS

Virtuosismo vocal

De haberse hallado usted a los pies de la escalinata de la Casa Blanca en una tarde típica en algún momento entre 1804 y 1805, tal vez habría visto a un alegre pajarillo con un plumaje gris perlado ascendiendo las escaleras tras Thomas Jefferson, saltito a saltito, cuando el presidente se retiraba a sus aposentos para echarse una siesta.

Era *Dick*.

Pese a que el mandatario estadounidense no dignificó a su cenizontle mascota con uno de los imaginativos nombres celtas o galeses con los que bautizó a sus caballos o perros pastores, como *Cucullin*, *Fingal* o *Bergère*, *Dick* era su mascota preferida.¹ «Te felicito sinceramente por la llegada del cenizontle —escribió Jefferson a su yerno, quien lo había informado de la venida del primer cenizontle presidencial—. Enseña a todos los niños a venerarlo como un ser superior con la forma de un pájaro.»²

Dick podría haber sido perfectamente uno de los dos cenizontles que Jefferson adquirió en 1803. Era un ave más cara que la mayoría (entre diez y quince dólares a la sazón y ciento veinticinco ahora), porque sus serenatas no sólo incluían interpretaciones del trino de todas las aves de los bosques regionales, sino también canciones populares norteamericanas, escocesas y francesas.

No todo el mundo elegiría este pájaro como mascota. Wordsworth lo llamaba «el alegre cenizontle». Descarado, sí. Y pícaro y animado también. Pero ¿alegre? Su reclamo más frecuente es un violento *¡chac!*, una especie de improperio aviar desagradable que un naturalista describió como un cruce entre un chasquido de repugnancia y un esputo.³ Sin embargo, Jefferson

adoraba a *Dick* por su inusitada inteligencia, por su musicalidad y por su asombrosa capacidad como imitador. Tal como escribió la amiga del presidente Margaret Bayard Smith en una ocasión: «Siempre que estaba solo, abría la jaula y dejaba que aquel pajarillo volara libremente por la estancia. Tras revolotear durante un rato de objeto en objeto, *Dick* se posaba sobre su escritorio y le regalaba las notas más dulces, o bien se posaba en su hombro y comía de sus labios». Mientras el presidente echaba una cabezadita, *Dick* se sentaba en su sofá y entonaba para él tonadillas tanto pajariles como humanas.

Jefferson sabía que *Dick* era inteligente. Sabía que era capaz de imitar a otras aves del vecindario, así como canciones populares del momento e incluso el crujido de la madera de un barco durante un crucero a París.⁴ Pero lo que Jefferson jamás habría imaginado es cómo la ciencia acabaría por entender la naturaleza de esta habilidad de *Dick*, lo infrecuente y arriesgada que es, la capacidad mental que exige y en qué medida ofrece una ventana para asomarse a la forma más misteriosa y compleja de aprendizaje: la imitación, el manantial del que brotan gran parte de las lenguas y culturas humanas.

En el interior del auditorio de Lohrfink de la Universidad de Georgetown, un día de otoño hace poco, un grupo de ciento ochenta especialistas se reunieron para intercambiar impresiones acerca de los nuevos estudios de investigación, así como sobre la habilidad de *Dick* y sus paralelismos con el aprendizaje del lenguaje en los humanos.⁵ Esta habilidad consiste en la capacidad de imitar sonidos, de recopilar información acústica y utilizarla para la propia producción vocal, un prerrequisito esencial para el lenguaje. Se denomina aprendizaje vocal y es poco frecuente en el reino animal, donde hasta la fecha sólo se ha detectado en loros, colibríes, pájaros cantores, campaneras de Nueva Zelanda y unos cuantos mamíferos marinos (como los delfines y las ballenas), los murciélagos y un primate: el ser humano.⁶

Los especialistas debaten la compleja cognición necesaria para el aprendizaje de los cantos pajariles. Si la cognición se define como los mecanismos mediante los cuales un ave adquiere, procesa, almacena y emplea información, entonces el aprendizaje de trinos es claramente una tarea cognitiva: una cría recopila información acerca de cómo debería sonar un

trino escuchando a tutores de su propia especie, almacena dicha información en su memoria y luego la utiliza para dar forma a su propio canto.⁷ Los científicos aprecian similitudes notables entre el aprendizaje del canto en las aves y el aprendizaje del habla en los humanos: desde el proceso de imitación y ensayo hasta las estructuras cerebrales implicadas y las acciones de genes específicos.⁸ Han detectado incluso que los pájaros cantores tienen «defectos de habla» al igual que nosotros (los hay tartamudos, por ejemplo) y que el aprendizaje de trinos cristaliza la estructura cerebral, lo cual nos brinda información acerca de la naturaleza neurológica de nuestro propio aprendizaje.⁹

Johan Bolhuis, neurobiólogo de la Universidad de Utrecht, destaca lo curioso que debe parecerle a una persona leiga que los científicos comparen los cantos de las aves con el habla y el lenguaje humanos.¹⁰ «Si buscáramos algún tipo de equivalente humano, ¿no recalaríamos en nuestros parientes más cercanos, los grandes simios? —pregunta—. Pero lo más extraño es que tantos aspectos de la adquisición del habla en los humanos se asemejen al modo como los pájaros cantores adquieren sus trinos. En los grandes simios no se da ningún equivalente a eso.»

Al salir del auditorio, durante un receso, diviso un pequeño cedro, más parecido a un arbusto que a un árbol, del que sale un ramillete de trinos pajariles. En todo el campus, un frío viento del noroeste agita las hojas de los robles y los arces y golpea a las bandadas esporádicas de gorriones que descienden en picado. Pero del corazón de ese arbusto me llega el *tiquetel, tiquetel, tiquetel* de una ratona carolinense y el gorjeo de un trepador pechiblanco. Y luego el descarado *pío pío tuiiii* sincopado de un cardenal y algo que suena al gruñido de un petirrojo. Cuando me asomo entre las ramas, sólo diviso un pájaro gris, con las plumas ahuecadas para hacer frente al frío. Se trata de un cenzone del norte (*Mimus polyglottos* o «políglota imitador»), un ave de la tribu de *Dick*, que se está dejando el alma en cantar. Hace una pausa de uno o dos segundos entre cada conjunto de frases, como si evaluara su siguiente elección.

He visto a los cenizos cantar así en el apogeo de la primavera para marcar su territorio y como reclamo de apareamiento, encaramados a la rama más alta para cantar a los cuatro vientos sus tonadillas. Así ocurrió una tarde de abril en que me encontraba a los pies de un solitario pino en el llano paisaje arenoso del litoral de Delaware. A diferencia del pájaro de este arbusto, el de aquel pino lucía una ilustre figura. Posado muy recto en la rama más alta, agitando con brío su larga cola y con el pico apuntando como una flecha hacia el cielo, vertía su música con fervor, lanzándose a ella con todo su cuerpo, trino tras trino tras trino.

El cenizo es un miembro de la familia *Mimidae* de los zorzales presente sólo en las Américas. En el viaje a bordo del *Beagle*, Darwin encontró cenizos en toda Sudamérica, donde, según indicó: «Hay unos pájaros muy vivos, inquisitivos y activos, [...] que poseen un canto muy superior al de cualquier otra ave del campo».¹¹

Se ha difamado a los cenizos como meros ladronzuelos que hurtan cantos sin prestar atención a la finalidad musical de los trinos robados. Sin embargo, a mis oídos, aquel pajarillo de Delaware imitaba a la ratona carolinense tal como Bette Midler interpreta a las Andrews Sisters. Tal vez fuera un imitador desvergonzado que iba desparramando por ahí frases musicales del herrerillo bicolor o el carbonero, o el dulce canto meloso de un zorzal maculado, pero las incorporaba en su gorjeo tal como Shostakovich teje su sinfonía en torno a una sencilla melodía popular. Al cabo de un rato, me hallaba ensimismada, tan embelesada por su improvisación coral que olvidé el intento de detectar cantos o reclamos que me resultaran familiares. Su melodía impregnaba el cálido aire primaveral con incontables trinos y gorjeos ajenos, alegres y exuberantes.

Y de súbito, tan abruptamente como había comenzado, su apasionado arrebato tocó a su fin. El pajarillo descendió volando del árbol y se posó tranquilamente en el lecho de hojas, como si se sintiera aliviado de haberse sacado todo aquello del pecho.

Eso sucedió en primavera, cuando las aves cantan a pleno pulmón para marcar territorio o encontrar pareja. Sin embargo, ahora estábamos a mediados de noviembre y el viento cortaba el aliento. Aquel pájaro estaba oculto en un cedro como un fugitivo de la justicia, cantando, al menos al parecer, para sí mismo. Sus notas formaban estrofas cortas repetidas cuatro o cinco veces, y sus trinos parecían ilimitados.

¿Cómo puede un pájaro almacenar tantas melodías en un cerebro mil veces más pequeño que el mío? ¿Y, ante todo, cómo habían llegado aquellos trinos hasta allí? ¿Por qué aquel pájaro parecía cantarse una serenata a sí mismo en las profundidades de un arbusto?

«Es lo mismo que hacemos nosotros cuando cantamos en la ducha», apunta Lauren Ritters, de la Universidad de Wisconsin, una de las especialistas en reclamos y cantos de pájaros que investigaban tales cuestiones en la calidez del auditorio de Lohrfink.¹²

Este pájaro ha invertido una cantidad ingente de tiempo y recursos en aprender a cantar. Muchas personas dan por supuesto que el canto de las aves está codificado en sus genes. Pero los pájaros cantores atraviesan el mismo proceso de aprendizaje vocal que las personas: escuchan a ejemplares adultos, experimentan y practican, perfeccionando sus habilidades como un niño que aprende a tocar un instrumento musical.

Éste es uno de los motivos por los que aquellos ciento ochenta especialistas en reclamos y cantos de pájaros sienten un interés tan hondo por el tema al que se dedican. Los humanos aprendemos algunas de nuestras habilidades más complejas, como el lenguaje, el habla o la música, de la misma manera que las aves, mediante un proceso similar de imitación.

«A través del estudio del aprendizaje vocal en las aves, incluidas aquéllas capaces de imitar el habla humana, como los loros —explica el neurobiólogo Erich Jarvis—, podemos desentrañar las rutas cerebrales, los genes y los comportamientos esenciales necesarios para desarrollar esta capacidad.»¹³

Todas las aves vocalizan. Ululan, canturrean al estilo tirolés, alternando sonidos agudos con otros graves, graznan, gimen, chasquean, cotorrean, sisean y cantan como los ángeles. Utilizan reclamos para advertir de la presencia de depredadores y para identificar a sus familiares, amigos y enemigos. Cantan para defender su territorio, para delimitarlo o vallarlo, y para cortejar a una pareja.

Los reclamos suelen ser cortos, sencillos, sucintos e innatos (como el llanto o la risa humanos), y los emiten ambos sexos con un fin específico. Los cantos acostumbran a ser más largos y complejos y, en las regiones tropicales, los aprenden y entonan normalmente tanto machos como hembras, mientras que en los climas templados suelen hacerlo sólo los machos durante la época de reproducción. Sin embargo, no existe una división clara entre reclamo y canto, y abundan las excepciones. Los reclamos del cuervo americano encajan en una docena de categorías distintas, pues les sirven para congregarse, hostigar, reunirse, suplicar, anunciar e interpretar duetos, entre otras muchas cosas, y algunos de ellos son aprendidos. Para añadir mayor complejidad aún, los reclamos del carbonero cabecinegro superan con creces al canto de dos tonos del carbonero común.

Pero cantar es algo especial. «Casi todos los animales que se comunican vocalmente lo hacen por instinto —explica Jarvis, que estudia el aprendizaje vocal en la Duke University—. Nacen sabiendo cómo gritar, llorar o ulular.» Estas voces son innatas, están grabadas en sus genes, como el balido de una oveja. «El aprendizaje vocal, por su parte, comporta la capacidad de escuchar un sonido y luego, mediante el uso de la musculatura de la laringe o la siringe, repetirlo —aclara Jarvis—, ya se trate de un sonido aprendido del habla o de una nota de un trino.»

Aproximadamente la mitad de las aves del planeta son pájaros cantores, en torno a cuatro mil especies, con cantos que van desde el murmullo melancólico del azulejo hasta las arias de cuarenta notas del tordo, el largo y bizantino canto del carricerín común, la tonada aflautada del zorzal ermitaño y los maravillosos duetos impecables de machos y hembras del cucarachero coliliso.

Las aves saben dónde y cuándo cantar. En la naturaleza, el sonido viaja mejor a uno o dos metros por encima de la vegetación, de manera que cantan desde sus posaderos para reducir las interferencias.¹⁴ Las que cantan en el suelo forestal utilizan sonidos tonales y frecuencias más graves que las que lo hacen en el dosel forestal.¹⁵ Algunas emplean frecuencias que sortean el ruido de los insectos y el tráfico.¹⁶ Y las aves que viven cerca de los aeropuertos adelantan sus cantos del amanecer para evitar que se solapen con el rugido de los aviones.¹⁷

En su poema «Oda a mirar pájaros», Pablo Neruda pregunta: «¿Cómo de su garganta más pequeña que un dedo / pueden caer las aguas de su canto?».

Gracias a un invento único.

Se trata de un instrumento exclusivo llamado siringe, en honor a la ninfa a la que Pan, el dios de los campos, los rebaños y la fertilidad, transformó en junco. Los científicos invirtieron largo tiempo en averiguar los detalles de este órgano porque la siringe está enterrada en las profundidades del pecho del ave, donde la tráquea se bifurca para enviar aire a los bronquios.¹⁸ De hecho, fue hace pocos años cuando los investigadores finalmente lograron producir una fascinante imagen tridimensional de alta resolución del órgano durante la actividad, gracias a la técnica de imágenes por resonancia magnética y la tomografía microcomputarizada.¹⁹

Dicha imagen de alta tecnología reveló una estructura asombrosa. Está compuesta de delicado cartílago y dos membranas que vibran con el paso del aire a una velocidad ultrarrápida, cada una de ellas situada a un lado de la siringe, lo cual permite crear dos fuentes independientes de sonido. Los pájaros cantores más dotados, como el cenizote y el canario, son capaces de hacer vibrar cada una de esas dos membranas de manera independiente y producir dos notas distintas y sin relación armónica de manera simultánea, un sonido de baja frecuencia por el canal izquierdo y uno de alta frecuencia por el derecho, así como de modificar el volumen y la frecuencia de cada una de ellas a una velocidad sobrecogedora que permite generar algunos de los sonidos vocales acústicamente más complejos y variados que existen en la

naturaleza.²⁰ (Se trata de algo extraordinario. Cuando los humanos hablamos, todo nuestro tono, todos los armónicos de nuestras vocalizaciones, se mueven en la misma dirección.)

Todo este proceso está controlado por músculos tan diminutos como potentes. Determinados pájaros cantores, como los estorninos pintos y los diamantes cebr de Timor, son capaces de contraer y relajar estos minúsculos músculos vocales con una precisión inferior al milisegundo, a una velocidad más de cien veces superior a la de un parpadeo humano.²¹ Esta proeza en la contracción rápida de la musculatura sólo se ha constatado en un puñado de animales, incluido el órgano sonoro de las serpientes de cascabel. El chochín, un minúsculo pajarillo marrón conocido por su vivaz trino, entona hasta treinta y seis notas por segundo, una velocidad que excede con mucho lo que nuestros oídos o cerebro están preparados para percibir o asimilar.²² Algunas aves incluso son capaces de manipular su siringe para imitar el habla humana.

Las aves con un conjunto de músculos más elaborados en la siringe tienden a generar trinos más complejos.²³ El ceniztonle de aquel cedro posee siete pares de músculos que le permiten realizar su gimnasia vocal una y otra vez con aparentemente poco esfuerzo: entre diecisiete y diecinueve trinos por minuto cuando se empeña. Entre las notas intercala breves pausas para rellenar sus provisiones de aire.

Y aunque ejecute con la siringe su canto fantasmagórico, éste se inicia y se coordina en el cerebro. Señales nerviosas de una compleja red de zonas cerebrales controlan cada uno de estos músculos y coordinan los impulsos nerviosos procedentes de los hemisferios derecho e izquierdo con los músculos de las dos mitades de la siringe, creando con ello el flujo de aire estrictamente necesario en cada una de ellas para producir los centenares de frases musicales distintas que imita en su canto.

Él hace que todo parezca muy sencillo.

Pero piense en ello. Para imitar una oración en alemán o portugués, por ejemplo, usted tiene que escuchar con atención a la persona que la pronuncia. Tiene que oírla con precisión. Lo cual no es tarea fácil, recuerda Tim Gentner a los especialistas en aves congregados en Georgetown, sobre todo si uno se encuentra en un guateque o en una calle ruidosa, donde tiene que desentrañarla entre la cacofonía de ruidos, un fenómeno que recibe el nombre de

«segregación de la corriente auditiva».²⁴ Los pájaros están expuestos a grandes dosis de este caos acústico, en especial en las horas punta del canto, como durante los coros del amanecer. «Muchas aves son animales sociables y se comunican entre sí en grupos relativamente extensos —explica Gentner, psicólogo de la Universidad de California, San Diego—. Hay multitud de señales, y no todas ellas son útiles para cada ejemplar en todos los momentos, de manera que una labor importante consiste en determinar qué corrientes acústicas transportan información relevante.»

Una vez se ha segregado la frase musical objetivo de todo ese escándalo, hay que retenerla en la mente mientras el cerebro traduce el sonido en un conjunto de órdenes motoras. A continuación, el cerebro envía dichas órdenes a la laringe con la esperanza de que produzca un sonido similar. Raramente uno repite la frase bien a la primera. Se requiere práctica, ensayo y error, escuchar los propios fallos y corregirlos. Para retener la frase, hay que repetirla con la frecuencia necesaria para reforzar las rutas cerebrales que crearon el recuerdo originalmente. Y para recordarla de por vida, hay que archivarla en un lugar de almacenamiento a largo plazo.

Los cenizos son unos auténticos ases en este sentido. La prueba la encontramos en los sonogramas o espectrogramas, impresiones visuales de sonidos (con la frecuencia o el tono en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal) que los científicos utilizan para detectar las sutiles diferencias en los cantos de las aves. Los sonogramas en los que se compara un trino prototipo y la imitación del cenizo muestran que éste imita las voces de las sitas, los túrdidos y los chotacabras cuerporruines con una casi perfecta fidelidad a la pauta original.²⁵ Los científicos descubrieron que cuando un cenizo entona el trino de un cardenal, en realidad imita sus patrones musculares.²⁶ Si las notas de su modelo caen fuera de su intervalo de frecuencias habitual, las sustituye u omite y alarga las otras notas para equiparar la duración del canto. Y cuando debe emitir notas a una velocidad demasiado trepidante, como hace el canario, las agrupa y hace pausas para respirar sin que ello le impida interpretar un trino de una longitud idéntica.²⁷ Y aunque tal vez no engañe a un chotacabras cuerporruín o a un túrdido, a mí sí me engatusa.

Evidentemente, el ceniztonle no es el único imitador en el reino aviar. Según algunos estudios, un pariente de las *Mimidae*, el cuiltlacoche rojizo, es capaz de imitar diez veces el número de trinos que entona el ceniztonle, si bien no con la misma precisión que éste.²⁸ Los estorninos pintos comunes también son imitadores expertos, como los ruiseñores, que son capaces de imitar unos sesenta cantos diferentes tras escucharlos sólo unas cuantas veces.²⁹ Los carriceros políglotas son célebres por cantar un pastiche internacional, salvaje y urgente de trinos salpicados con las tonadas de más de cien especies distintas.³⁰ Algunos de sus cantos son europeos, aprendidos en su tierra de anidación, pero la mayoría de ellos son africanos, extraídos de los vecindarios de Uganda, donde pasan los inviernos. Sus trinos de imitación de la cisticola buitrón, la tórtola vinosa y el brubrú componen una especie de mapa acústico de sus viajes por África.

Las aves lira son conocidas por ser expertas ladronas de sonidos. Tal como indicó un naturalista, la experiencia de caminar por el bosque australiano y de repente topar con «un ave parda parecida a un ave de caza que puede ladrarte como un perro» es sumamente desconcertante.³¹ El drongo ahorquillado, ese inteligente pájaro africano que embauca al turdoide bicolor, imita los reclamos de alerta no sólo del turdoide, sino de un número desconcertante de especies, desplegando una estratagema similar: asustar a aves y mamíferos para que abandonen los bocados que tan dura y honestamente se han ganado y así poder robarlos.³²

Se tiene noticia de un semillero adiestrado para cantar «God Save the King», de un mímido (o pájaro gato) gris imitando golpecitos (que podría haber asimilado de los servicios funerarios de un cementerio cercano) y de una cogujada común en el sur de Alemania que aprendió a imitar los cuatro silbidos que un pastor utilizaba para guiar a sus perros de pastoreo.³³ De hecho, sus imitaciones eran tan fieles que los perros obedecían al instante las órdenes silbadas del pájaro, que significaban: «¡Corre!», «¡Aprisa!», «¡Detente!» y «¡Ven aquí!». Estos reclamos silbados se extendieron posteriormente a otras cogujadas, creando con ello un puñado de «frases pegadizas» locales (y, posiblemente, haciendo que a bastantes perros pastores les faltara el aliento).

Algunas aves tienen un don especial para imitar el habla humana. El loro gris africano es una de tales especies, junto con el miná común y la cacatúa. Estas pocas especies suelen considerarse los Cicerones y los Churchills del reino de las aves. Podrían añadirse también otras especies de las familias de los córvidos y los loros, como los periquitos, por ejemplo. El *New Yorker* informó en una ocasión que «tras semanas de silencio, las primeras palabras pronunciadas por un periquito de Westchester fueron: “¡Habla! ¡Maldita sea! ¡Habla!”». ³⁴

Imitar sonidos humanos es mucho pedir para un pájaro. Las personas formamos vocales y consonantes con los labios y la lengua, que se encuentran entre los músculos más potentes del cuerpo humano. En el caso de las aves, que carecen de labios y cuya lengua no suele utilizarse para emitir sonidos, asimilar los matices del habla humana son palabras mayores. Ello podría explicar por qué sólo un puñado de especies son capaces de hacerlo. Los loros son inusuales por el hecho de utilizar sus lenguas para emitir reclamos y por poder manipularlas para articular sonidos vocálicos, talentos ambos que probablemente subyacen a su capacidad para imitar el habla. ³⁵

El loro gris africano es el parlamentario del reino de las aves. Irene Pepperberg hizo famosos a los loros grises y su don para el habla mediante su trabajo con *Álex*, quizá el ave parlante más célebre de todo el mundo. ³⁶ Pepperberg entremezclaba distintos tipos de preguntas acerca de objetos y *Álex* era capaz de responderlas con una especificidad casi impecable. Por ejemplo, si le mostraba un cuadrado de madera verde, *Álex* era capaz de decir de qué color se trataba, de qué forma y, tras tocarlo, de qué material estaba hecho. Además, también calcaba expresiones que había escuchado en el laboratorio, como «Presta atención», «Cálmate» o «Adiós, me voy a cenar. Nos vemos mañana». ³⁷

Sin embargo, *Álex* no era el único en este vacile. Un loro gris al cual conozco, *Throckmorton*, pronuncia su nombre con una precisión shakesperiana. Bautizado en honor al hombre que sirvió de intermediario a María I de Escocia (y que fue ahorcado en 1584 por conspirar contra la reina Isabel I de Inglaterra), *Throckmorton* posee un extenso repertorio de sonidos del hogar, incluidas las voces de los miembros de la familia con la que vive, Karin y Bob, que utiliza para su propio beneficio. Pronuncia el nombre de

Karin con lo que ésta describe como «la misma voz de Bob», pues ni ella misma es capaz de apreciar la diferencia. También imita distintos tonos de los teléfonos móviles de Karin y Bob. Una de sus estratagemas favoritas es llamar a Bob cuando está en el garaje imitando el tono de su teléfono móvil. Cuando Bob acude corriendo, *Throckmorton* «responde» la llamada con la voz de Bob: «Hola, ajá, ajá, ajá». Y luego la concluye con el tono constante que se oye al colgar el teléfono.

Throckmorton imita el *gluglú* que emite Karin cuando bebe agua y el sorbido que hace Bob cuando intenta enfriar su café caliente mientras lo bebe a sorbos, así como el ladrido del perro que tuvo la familia, un terrier jack russell fallecido hace nueve años. También clava el ladrido de la mascota actual de la familia, un schnauzer miniatura, al cual se une en un coro de ladridos, que «hace que la casa suene como una perrera», explica Karin, quien añade: «Lo imita con el mismo tono exacto, una imitación tan perfecta que nadie diría que es un loro el que ladra y no un perro». En una ocasión en que Bob estuvo resfriado, *Throckmorton* añadió a su repertorio de sonidos el de sonarse la nariz, la tos y los estornudos. Y en otra ocasión en la que Bob regresó de un viaje de negocios con un virus estomacal terrible, *Throckmorton* se pasó los seis meses siguientes emitiendo sonidos de náuseas.

Durante un largo período, su palabra preferida «de Bob» fue «Joooooooooder».

Se sabe de loros que han enseñado a otros loros a «soltar tacos». No hace demasiado tiempo, un naturalista que trabajaba en el Departamento de Búsqueda y Descubrimiento del Australian Museum informó de haber respondido a una serie de llamadas de personas que habían escuchado a cacatúas salvajes decir palabrotas en el Outback, la zona interior semiárida y despoblada de Australia.³⁸ El ornitólogo del museo especulaba con que las aves salvajes hubieran aprendido de cacatúas y otros loros que habían estado domesticados en algún momento y luego habían escapado y habían sobrevivido lo suficiente como para unirse a una bandada y compartir las palabras que habían aprendido en cautividad; en caso de ser cierta esta teoría, estaríamos ante un magnífico ejemplo de transmisión cultural.

Con todo, la mera profusión y precisión de los trinos que imita el cenzone es en sí una maravilla. Un cómputo de las canciones de un cenzone registró unas veinte imitaciones de reclamos y cantos por minuto: de sitas, alcedines, cardenales norteños, cernícalos vulgares e incluso el *sip sip sip* en tono agudo y suplicante de una cría de cenzone.³⁹ Se dice que el cenzone del Arnold Arboretum de Boston era capaz de imitar treinta y nueve cantos de ave, cincuenta reclamos y el canto de las ranas y de los grillos.⁴⁰ Puede saberse dónde habita un cenzone por los trinos que entona. De hecho, los cantos de estas aves son tan particulares que dentro de una misma población pueden compartir sólo el diez por ciento de sus patrones musicales.⁴¹ Con respecto a las habilidades como imitador del cenzone, el ornitólogo Edward Howe Forbush abandonó toda pretensión de desapego científico y proclamó al cenzone el «rey de los trinos», por delante de «todo el coro con plumas». No sorprende que los amerindios de Carolina del Sur lo conocieran como cencontlatolly o «cuatrocientas lenguas». No es más que una pequeña exageración. Los cenzontles suelen imitar hasta doscientos trinos.⁴² Dan Bieker, un amigo ornitólogo, destaca que detectar los cantos de imitación de un cenzone resulta más fácil durante la primavera. «Al principio de la estación, sus interpretaciones son patéticas, desordenadas y cuesta identificarlas claramente —explica—, pero mejoran a medida que progresan, que escuchan y ensayan las melodías de los alrededores: el rascador, el herrerillo bicolor, un camión haciendo marcha atrás o un teléfono.»

Por qué un animal dedica tanto tiempo y energía mental a imitar a otras especies y sonidos aleatorios sigue siendo un enigma. Las imitaciones del drongo tienen un objetivo muy claro y específico. Pero ¿qué sucede con el cenzone? La hipótesis de nombre caprichoso «Beau Geste» sugiere que los pájaros cantores macho revolotean de rama en rama e imitan trinos tras cada movimiento en un esfuerzo por hacer creer a los rivales potenciales que la región está abarrotada de machos territoriales.⁴³ Tal hipótesis recibe el nombre de la película hollywoodiense homónima protagonizada por Gary Cooper. En dicho filme, Beau Geste finge atacar a los árabes y protege su

fuerte colocando a sus camaradas heridos y muertos contra los parapetos de éste y disparando su rifle para sugerir que las murallas están protegidas por soldados defensores.

Hay quien sostiene que la imitación vocal en las aves es más bien una versión del mimetismo batesiano: la mariposa monarca imita el diseño de alas de la tóxica mariposa virrey para advertir a los posibles depredadores: «Cómeme y morirás». Los verdugos flautistas, por ejemplo, imitan a saqueadores de nidos como el nínox ladrador y el nínox australiano, quizá para confundir a los búhos acerca de la identidad de su presa. Sin embargo, ello no explica la imitación que el verdugo flautista hace de otros sonidos. O el cenzone, nuevamente, cuyas imitaciones podrían tener más que ver con ampliar su repertorio para complacer a las damas. Al margen de cuál sea su motivación, se trata de una proeza fascinante.

Ya en el año 350 a. C., Aristóteles constató que los pájaros cantores aprenden a cantar. «Algunos pajarillos no interpretan los mismos trinos que sus progenitores cuando cantan si se crían lejos de casa y escuchan a otras aves cantar.» Y Darwin también dejó constancia de ello. Sabía que las aves cantaban por instinto, tal como nosotros hablamos por instinto, pero también que aprenden trinos, tal como nosotros aprendemos idiomas. Y sospechaba que las aves, como las personas, transmiten sus cantos de generación en generación, dando lugar con ello a dialectos regionales. Sin embargo, los científicos de la década de 1920 —quizá bajo el hechizo de B. F. Skinner, quien creía que muchos comportamientos, incluidos los aprendidos, estaban determinados de manera innata— decretaron que el cenzone conocía todos sus trinos de nacimiento. El ornitólogo J. Paul Visscher escribió en el *Wilson Bulletin*: «Por regla general, el cenzone no imita cantos de manera consciente, sino que posee un repertorio extraordinariamente amplio de melodías que interpreta con una perfección excelsa».⁴⁴

Con el fin de resolver este dilema entre si el canto de las aves es aprendido o innato, la ornitóloga Amelia Laskey se propuso criar en cautividad a un cenzone a finales de la década de 1930.⁴⁵ Una mañana de agosto condujo hasta un parque situado a unos ocho kilómetros de su hogar,

sacó a una cría de cenizote de su nido y se la llevó a su casa para estudiarla. *Honey Child* tenía nueve días de vida. (Su observadora era uno de esos científicos capaces de, como escribió alguien, «quedarse mirando sin pestañear el nido de un ave durante días sin fin».)⁴⁶ Al igual que *Dick*, el pájaro de Jefferson, *Honey Child* acabaría por dominar el gallinero hasta el día en que murió, quince años después. Las primeras notas las intentó entonar cuando tenía casi cuatro semanas de vida. «Canturreó muy bajito, con el pico cerrado, durante diez minutos —escribió Laskey—, una serie de gorjeos y silbidos inarticulados, [...] carentes absolutamente de las imitaciones de otras especies.» Esporádicamente se aventuraba a emitir «entre susurros» un trino en tono suave propio, un pío pío áspero o alegre, «un sonido exquisito: suave, bello y de una ternura infinita en sus cadencias».

A los cuatro meses y medio, *Honey Child* intercalaba sus cantos con los silbidos, trinos, gorjeos y graznidos de las aves que podía ver u oír desde el interior del hogar: picos pubescentes, ratonas carolinenses, arrendajos azules, cardenales nortños, estúrnidos y colines de Virginia. Durante esta primera temporada de canto, los ruidos del hogar, sobre todo el de la aspiradora, solían impulsarla a trinar. Y a medida que se aproximaba la primavera, sus cantos se volvieron más estridentes, variados y prolongados, empezaban a las cinco y media de la madrugada y se prolongaban durante todo el día «como si de una pajarera de cotorras se tratara», comentó Laskey.

A los nueve meses, *Honey Child* se aventuró a hacer su primera imitación directa, respondiendo de manera instantánea a un carbonero crestanegra por primera vez con un trino propio a base de *peto, peto, peto*. Con el tiempo añadió a su repertorio docenas de aves (si bien sentía preferencia por el *güica* de un pájaro carpintero), junto con el chirrido de la lavadora que había en la planta inferior y los silbidos del cartero y los que el señor Laskey empleaba para llamar al perro. Algunos cantos los entonaba durante un tiempo y luego los eliminaba de su repertorio, para resucitarlos de nuevo en la primavera siguiente. Un día de junio, durante dieciséis minutos de animados trinos ininterrumpidos, la investigadora elaboró una lista de ciento cuarenta y tres reclamos o cantos correspondientes al menos a otras veinticuatro especies, una media de nueve por minuto.

* * *

Calificamos este intrincado proceso de aprendizaje vocal «avanzado» o complejo porque se hace a nuestra manera: escuchando, imitando y ensayando. Últimamente, la ciencia ha ahondado en la investigación del aprendizaje vocal en ese servicial pajarillo de Australia, el diamante cebra de Timor.

A los delfines y las ballenas también se les da bien aprender a vocalizar, pero, por motivos evidentes, no son los animales de laboratorio más prácticos. El organismo modélico ideal para estudiar cualquier tipo de aprendizaje es un animal extraño, afirma el biólogo Chip Quinn: «No debería tener más de tres genes, debería ser capaz de tocar el chelo o, por lo menos, recitar griego clásico, y aprender estas tareas con un sistema nervioso que contuviera sólo diez grandes neuronas de colores distintos y, por consiguiente, fueran fácilmente reconocibles».⁴⁷

El diamante cebra de Timor no da la talla, pero es un animal excelente como paradigma de aprendizaje vocal.⁴⁸ Así llamado por las franjas blancas y negras de su cuello, los diamantes cebra de Timor son fáciles de criar, maduran rápidamente y son magníficos cantantes, incluso en cautividad. Un diamante cebra de Timor macho joven aprende un único trino de amor de su padre y otros machos en los primeros noventa días de vida tras romper el cascarón y lo repite fielmente durante toda su vida. «Puesto que no es ni práctico ni ético monitorizar y manipular las neuronas implicadas en el aprendizaje vocal en los humanos —afirma Richard Mooney, neurocientífico en la Duke University—, estos maestros y alumnos de cantos pajariles proporcionan un bello sistema sustituto para que podamos estudiar los mecanismos cerebrales detallados que subyacen a este tipo de aprendizaje relativamente complejo», desde las distintas fases del proceso hasta los genes que se apagan y encienden de manera intermitente mientras el pájaro aprende.⁴⁹

Una cría recién nacida de diamante cebra de Timor inicia su largo periplo hasta la música a pleno pulmón de su canto maduro tal como nosotros iniciamos nuestro camino hacia el habla: escuchando.⁵⁰

A propósito, los pájaros tienen orejas.⁵¹ No nuestros pabellones auriculares externos y carnosos, sino sólo unos agujeritos diminutos bajo las plumas a ambos lados de la cabeza. El canto que oye un ave joven envía ondas sonoras a sus oídos y hace vibrar las células capilares dentro de éstos. Sus células capilares son diez veces más densas que las nuestras y mucho más variadas, lo cual permite a las aves detectar sonidos agudos que quedan fuera de nuestro espectro auditivo, así como el suave crujido de los insectos bajo la tierra y las hojas. (Si a un pájaro se le dañan las células capilares a causa de la enfermedad o de los ruidos estridentes, pongamos por caso los decibelios estrepitosos de un concierto de rock en un estadio con cúpula, se le regeneran; las nuestras, no.)⁵² Los nervios sensoriales del bulbo raquídeo recogen las señales enviadas por las células capilares y las transmiten a los centros auditivos del cerebro anterior, donde las neuronas formarán un recuerdo auditivo de la canción.

Durante las dos primeras semanas de vida, la cría de pájaro permanece en su nido, escuchando atentamente a un tutor, que acostumbra a ser su padre. Está callada, asimilando los sonidos que la rodean, tal como sucede en un bebé humano. El padre canta, la pequeña ave escucha y empieza a memorizar. Todavía no intenta imitar el canto, simplemente se compone una plantilla mental, o «imagen», de éste.

Mientras escucha, en su cerebro empiezan a proliferar redes de células nerviosas. Dichas redes se desarrollan formando una compleja constelación de siete regiones separadas pero interconectadas cuya función especial es producir trinos. Es su sistema de canto. En los polluelos que aún no han empezado a cantar, estas regiones son reducidas. Sin embargo, en el transcurso de las siguientes semanas y meses, crecen tanto en volumen como en número y en tamaño de células.

En una región conocida como el centro vocal alto (HVC por sus siglas en inglés), células especializadas realizan nítidas distinciones entre los sonidos que oye un polluelo, percibiendo incluso las diferencias mínimas de milisegundos en la duración de las notas de los trinos y activándose sólo cuando las notas quedan dentro de un intervalo estrecho.⁵³ Es la misma

estrategia de reconocimiento de patrones que empleamos los humanos, denominada percepción categórica, para detectar sutiles diferencias sonoras en el lenguaje, por ejemplo, entre «ba» y «pa».

Para cuando la cría de ave realiza su primer intento de trinar, ya está presente un recuerdo del trino de su tutor, solidificado en pequeñas poblaciones de neuronas sumamente selectivas distribuidas por todo su sistema de canto.⁵⁴

En la naturaleza, una cría de diamante cebra crece escuchando los cantos de varias especies, como un cenzone, y es capaz de aprender cualquiera de ellos, pero sólo aprende el trino peculiar de su propia especie. Los sonidos procedentes del mundo inundan el cerebro de la joven ave, pero sólo los que pertenecen a su propia especie comienzan a dejar una huella permanente. Es un ejemplo perfecto de cómo la genética y la experiencia se entrelazan.⁵⁵

Cuando un joven diamante cebra de Timor oye por primera vez el trino de su propia especie, se le acelera la frecuencia cardíaca... y también aumenta el ritmo al que pide comida. Es algo innato. A medida que los cantos que oye van esculpiendo su cerebro en desarrollo, algunos canales (los sintonizados con cantos de su propia especie) se preseleccionan para convertirse en potentes ríos y las conexiones entre las células nerviosas de estas rutas se refuerzan marcadamente, mientras los afluentes más pequeños, los trinos y gorjeos que no forman parte de su herencia genética, se desvanecen en el silencio.

Este descubrimiento de que algunas aves jóvenes son capaces de aprender casi cualquier canto que oigan y, sin embargo, poseen una plantilla genética que las predispone a aprender los trinos de su propia especie, tiene un paralelismo humano.⁵⁶ Los niños pequeños poseen una capacidad asombrosa para adquirir cualquiera de los seis mil idiomas humanos existentes en el mundo sin recibir educación formal, lo cual sugiere que estamos genéticamente predispuestos para la labor de adquirir un lenguaje. Y, sin embargo, sólo aprendemos el o los idiomas a los que estamos expuestos, lo cual subraya la importancia de la experiencia en este proceso.

Cuando un ave carece de tutor, sólo entona un trino que resulta irreconocible o una interpretación pobre. Las crías de aves criadas sin exposición al trino de un tutor cantan de manera anómala, normalmente una versión raquítica y simplificada del canto de su especie. Lo mismo sucede en los humanos. Los niños con una audición normal que crecen sin estar expuestos al habla humana vocalizan de manera anómala.

La ventana de aprendizaje de trinos para un diamante cebra de Timor sólo está abierta durante un tiempo determinado. Cuando la joven ave empiece a cantar, imitará el trino del tutor escuchado sólo durante su período sensible temprano. Luego, en torno al momento en el que se convierta en adulto, las puertas del aprendizaje de cantos se cerrarán. Por qué ocurre esto sigue siendo un enigma que entronca con el corazón de nuestro propio aprendizaje... y de sus limitaciones.

Sarah London, neurocientífica de la Universidad de Chicago, ha hallado una pista en el diamante cebra de Timor.⁵⁷ «El canto de un tutor en realidad modifica el cerebro de la joven cría de un modo que afecta a su habilidad para aprender en el futuro», explica. Las investigaciones realizadas por London han demostrado que las crías de aves expuestas a un tutor aprenden fácilmente hasta que alcanzan los sesenta y cinco días de edad. A partir de entonces, la capacidad de aprendizaje se cierra y los trinos del ave permanecen inmutables de por vida. En cambio, las crías de aves que han permanecido aisladas de tal exposición al canto pueden aprender hasta mucho después de los sesenta y cinco días de vida. Al parecer, la experiencia de oír a otra ave cantar modifica los genes de aprendizaje de trino del ave que aprende mediante efectos «epigenéticos»; en este caso, afirma London, mediante la acción de las histonas, proteínas que revisten el ADN y que permiten activar o desactivar genes.

En aves como el cenizote, el canario y la cacatúa, las compuertas del aprendizaje permanecen abiertas durante más tiempo, de manera que pueden continuar añadiendo nuevos trinos a medida que se hacen mayores. Sin embargo, a los adultos les cuesta más aprender que a los jóvenes.

Los humanos también podemos aprender «sin fin». Y, como el cenizote y los canarios, en nuestro caso la labor de aprender un idioma se vuelve más ardua a medida que envejecemos. Los bebés aprenden idiomas a una

velocidad increíble. En los dos o tres primeros años de vida, pueden, con escaso esfuerzo, hablar con fluidez dos o incluso tres idiomas y a partir de entonces ya siempre sonarán como un hablante nativo.⁵⁸ Después de la pubertad, tenemos que esforzarnos mucho más para aprender un idioma extranjero y hallamos dificultades para hablar sin acento.⁵⁹ Algunos de nuestros circuitos neuronales se fijan durante la infancia... y con buen motivo. Si nuestros cerebros se recablearan constantemente, no serían nunca ni estables ni eficientes. Lo aprenderíamos todo, pero no recordaríamos nada. Aun así, ¿no sería maravilloso ser capaces de abrir de par en par esas compuertas cuando lo necesitáramos, por ejemplo, si nos apeteciera aprender urdu a los sesenta años de edad? En mi opinión, la capacidad de un cenizote de aprender a cantar como un túrdido o un carbonero a los tres o cuatro años no es distinta a la capacidad de un nacido en la década de los setenta, durante el *baby boom*, de aprender cantonés en el presente.

En la segunda fase de aprendizaje de trinos, la joven ave empieza a explorar su propia voz. Al principio susurra notas débiles, aleatorias y trémulas, como los murmullos *amateurs* de *Honey Child* o los sonidos chirriantes azarosos de un joven violinista probando su instrumento. Entre tanto, los vínculos entre sus regiones cerebrales superiores y sus regiones motoras se fortalecen y brindan a la joven ave un control cada vez mayor de su siringe. Al cabo de una semana, aproximadamente, el pájaro es capaz de coordinar con precisión su siringe y empieza a entonar sílabas reconocibles, aunque sin un orden concreto. Simplemente toma todos los sonidos que ha oído y memorizado y los emite atropelladamente. Estos primeros esfuerzos se conocen con el nombre de *subcanto* y son como el balbuceo de un bebé: ruidosos, variables y exploratorios. Se trata de un «juego» motor, que ayuda tanto a las aves como a los bebés humanos a controlar los músculos precisos para cantar y hablar. La ciencia ha descubierto que las aves cuentan con una zona especial en su circuito cerebral de control del canto consagrada a este subcanto, una zona escindida de la que posteriormente utilizarán para sus cantos ensayados.⁶⁰ Su nombre parece un trabalenguas: núcleo magnocelular lateral del nidopalio (LMAN por sus siglas en inglés).

El paso al canto genuino tiene lugar en el transcurso de las semanas y los meses posteriores, cuando la joven ave ensaya sus trinos decenas o incluso centenares de miles de veces. En cada ocasión escucha en busca de errores y los corrige, equiparando su propia vocalización al canto que ha memorizado. Un trino bien entonado tiene recompensa, un «bolo» de sustancias químicas que la hacen sentir bien, como dopamina y opiáceos. La dopamina puede proporcionar el impulso para cantar; los opiáceos son la recompensa, y, cuanto más se asemeja el canto a la plantilla, mayor es la recompensa.⁶¹

El sueño parece desempeñar un papel cuando las crías aprenden a cantar, tal como ocurre durante el aprendizaje de los humanos.⁶² Cada vez son más las investigaciones que apuntan a que el cerebro humano continúa procesando el aprendizaje de una nueva habilidad motora después de que el entrenamiento activo se haya detenido y durante el sueño que lo sigue. Y lo mismo podría ocurrir en el caso de las aves. Los diamantes cebra de Timor practican su trino durante el día y duermen por la noche. Después de haber estado una cría expuesta al canto de un tutor, las neuronas de la parte cerebral dedicada a la producción del canto registran ráfagas de actividad durante el sueño. El patrón de activación neuronal refleja el trino específico aprendido, lo cual sugiere que transporta información acerca de éste. Tras el sueño, la calidad del canto de la joven ave se deteriora, pero mejora con la práctica del día siguiente. Por extraño que parezca, cuanto más grave el deterioro, mejor es la imitación del trino del tutor.

* * *

Quién escucha marca la diferencia en la interpretación de una joven ave.⁶³ Si canta en soledad, activa el modo ajuste. Estamos ante un canto sin objetivo. Sin embargo, si hay una hembra cerca, se esforzará por entonar su mejor versión y la cantará una y otra vez en un trino dirigido. Incluso si aún se encuentra en una fase de canto pobre, la cría macho logra dirigir sus mecanismos motores para producir el trino más perfecto posible.

«He escuchado las dos versiones de estos cantos, la dirigida y la no dirigida, durante docenas de años —explica Richard Mooney— y soy absolutamente incapaz de apreciar la diferencia. Pero las hembras sí lo hacen.

Les gusta que los machos interpreten de este modo estereotipado más preciso.»⁶⁴ Es evidente, añade Mooney, «que los cantos de las aves encierran multitud de aspectos que el oído humano es incapaz de apreciar».

Estudios mediante imágenes cerebrales realizados por Erich Jarvis y su equipo demuestran que cuando un macho solitario canta un canto no dirigido para sí mismo, los patrones de actividad cerebral difieren de cuando lo dirige a una pareja potencial.⁶⁵ Cuando un ave macho canta en soledad, se iluminan las rutas cerebrales implicadas en el aprendizaje de trinos y en el autoexamen vocal, así como las rutas de control motor vocal. (Y lo mismo sucede cuando canta en presencia de otro macho.) Pero cuando entona ese mismo canto para una hembra, sólo se activan las rutas de control motor. Estos estudios plantean una idea fascinante: que el estado mental y cognitivo de un pájaro macho cambia cuando sabe que lo están evaluando.

Las madres fringílicos también guían el aprendizaje de sus polluelos machos ofreciéndoles pistas visuales, como acariciarlos con las alas o ahuecar las plumas para adecuar el tono del canto del pajarillo al de su padre.⁶⁶

Todo ello nos ofrece una prueba robusta de que las pistas sociales modulan el comportamiento del aprendizaje de las aves, como ocurre en el caso de los humanos.⁶⁷ Los bebés no reaccionan tanto a los miembros del sexo opuesto, mientras que su balbuceo mejora de manera indudable en presencia de sus madres.

* * *

Tras aproximadamente uno o dos millones de sílabas de ensayo y error, el polluelo entona una versión asombrosamente fiel a la de su tutor. El canto «cristaliza» en un complejo sistema de circuitos cerebrales, pero no es estático. En el caso de algunos pájaros cantores, como los canarios, que aprenden nuevos trinos cada temporada de apareamiento, el HVC experimenta cambios de tamaño temporales, aumentando de volumen durante la primavera y encogiéndose a finales del verano. Al principio los científicos creyeron que estos cambios respondían exclusivamente al aumento de las conexiones nuevas entre células. Pero Fernando Nottebohm y su equipo descubrieron que el cerebro del ave en realidad añade nuevas neuronas a sus circuitos de canto.⁶⁸

«El reclutamiento de nuevas neuronas del HVC forma parte de un proceso de reemplazo constante», explica Nottebohm. Etiquetando estas células nerviosas con proteínas que las hacen resplandecer en color verde fluorescente, los científicos pueden contemplar cómo esta sustitución tiene lugar en tiempo real, observar cómo las neuronas itinerantes migran al HVC y forman sinapsis con otras neuronas a medida que el ave aprende un nuevo canto. Qué buscan las neuronas y qué determina dónde acaban finalmente es uno de los interrogantes que intentan despejar en los laboratorios de los científicos congregados en el auditorio de Georgetown. Pero lo que sí sabemos es que esta extraordinaria índole de «neurogénesis» probablemente sea común a todos los vertebrados, incluidos los humanos.

Darwin estaba en lo cierto al afirmar que el canto de las aves es «la analogía más próxima que existe al lenguaje». No sólo se da el caso de que las aves y las personas aprendan a cantar y a hablar mediante un proceso similar, sino que ambas tienen «ventanas» de aprendizaje en las que resulta más fácil establecer circuitos cerebrales.⁶⁹ En ambas, un progenitor u otro tutor potencia el aprendizaje. Mientras que el trino de las aves tal vez no sea equiparable en complejidad a la sintaxis humana, algunos elementos de éste sí parecen similares.

Una nueva teoría planteada por Shigeru Miyagawa y sus colegas sugiere que el lenguaje humano surgió a partir de una suerte de fusión de los componentes melódicos de los cantos de las aves y tipos de comunicación más prácticos y dotados de contenido utilizados por otros primates.⁷⁰ «Esta combinación adventicia desencadenó el lenguaje humano», sugiere Miyagawa, lingüista del Massachusetts Institute of Technology. En opinión de Miyagawa, el lenguaje humano presenta dos capas: una capa «léxica», en la que reside el contenido nuclear de una oración, similar al bamboleo de las abejas melíferas o a las voces de los primates, y una capa «expresiva» más mutable y más parecida al canto melódico de las aves.⁷¹ Miyagawa no insinúa que el canto de las aves literalmente diera origen al lenguaje humano, puesto que estos dos sistemas de comunicación no evolucionaron a partir de un ancestro común. No obstante, en algún momento entre los últimos cincuenta mil y ochenta mil años,

afirma, estos dos métodos de comunicación se fusionaron en la forma del lenguaje que reconocemos hoy en día. «Ciertamente, el lenguaje humano es único —explica Miyagawa—, pero sus dos componentes tienen antecedentes en el mundo animal. De acuerdo con nuestra hipótesis, éstos se aunaron de manera única en el lenguaje humano.» De ser ello cierto, el gran interrogante es cómo se dio tal confluencia, cosa que continúa siendo un enigma. Con todo, me encanta esta idea de que la expresividad del lenguaje en cierto sentido podría incorporar o reflejar la melodía del trino de las aves.

Existen más pruebas biológicas sólidas que respaldan la afirmación de Darwin de la proximidad entre el canto de las aves y el lenguaje: tanto las aves como los humanos utilizan circuitos cerebrales similares para producir sus vocalizaciones. Nuestros cerebros tienen regiones análogas a las de las aves: el área de Wernicke, que controla nuestra percepción del habla, es como las áreas de percepción del canto de las aves; el área de Broca, que dicta nuestra producción del habla, es como el área de producción de trino de un ave. Con todo, la verdadera semejanza entre los cerebros de las aves y los de los seres humanos, ausente en las especies que no aprenden a vocalizar, es la existencia de áreas de producción de canto o palabras y las conexiones o rutas que conectan las áreas de percepción con las áreas motoras de producción de canto o palabras.⁷² En tales rutas, millones de células nerviosas se conectan y comunican para que, en primer lugar, el cerebro pueda oír sonidos y, posteriormente, producirlos.

«Si los comportamientos son similares y las rutas cerebrales son similares —afirma Jarvis—, es posible que los genes subyacentes también lo sean.» Y en efecto, aquella tarde en Georgetown, Jarvis anuncia que un estudio internacional a gran escala de la secuencia genómica de cuarenta y ocho especies de aves ha identificado un conjunto de más de cincuenta genes que se activan y desactivan de manera intermitente en los cerebros tanto de los humanos como de los pájaros cantores en las regiones implicadas en la imitación de sonidos, el habla y el canto.⁷³ Esta diferencia en la actividad no se registra en las aves que no aprenden a vocalizar (como las palomas y las codornices) ni en los primates que no hablan. De manera que podría ser un patrón compartido de expresión genética crucial para el aprendizaje vocal tanto en las aves como en los seres humanos.

Esta noticia abre el interrogante de cómo los cerebros de los humanos y las aves, especies separadas por tantos eones de evolución, dieron con una solución tan similar para el aprendizaje vocal. ¿Por qué habríamos de compartir genes y circuitos cerebrales similares?

Jarvis tiene una teoría. En un estudio mediante imágenes realizado recientemente en su laboratorio, detectó que cuando las aves saltan, se activan genes en siete áreas cerebrales que rodean directamente las siete regiones cerebrales dedicadas al aprendizaje de trinos.⁷⁴ Las áreas cerebrales implicadas en el canto y en el aprendizaje de éste parecen estar incrustadas en áreas cerebrales que controlan el movimiento. Esto sugiere a Jarvis una idea fascinante, que denomina «una teoría motora para el origen del aprendizaje vocal»: las rutas cerebrales empleadas para el aprendizaje vocal podrían haber evolucionado a partir de las utilizadas para el control motor. Muchos de los genes que Jarvis detectó en el conjunto de los cincuenta solapados en las aves y los humanos se activan del mismo modo: formando nuevos vínculos entre neuronas de la corteza motora y neuronas que controlan los músculos que producen sonidos.

Para Jarvis, formado como bailarín profesional, se trata de una idea estimulante. «En un ancestro común tanto de las aves como de los humanos, podría haber habido una especie de circuito neuronal universal ancestral que controlaba los movimientos del tronco y de las extremidades», propone. En el transcurso de la evolución, este circuito se duplicó y el nuevo circuito se destinó al aprendizaje vocal. (La idea de que algo nuevo haya evolucionado a partir de algo viejo, de bloques de construcción existentes, es habitual en la evolución. Las estructuras viejas cambian y adquieren nuevas funciones.) Esta duplicación tuvo lugar en diferentes momentos en las aves y los humanos, sugiere Jarvis, pero el resultado neto fue el mismo: la capacidad de imitar sonidos.

«Se trata de un caso de convergencia —explica Johan Bolhuis—, de taxones parientes lejanos que acaban dando con soluciones similares a problemas similares.»⁷⁵

Según esta teoría, el aprendizaje vocal evolucionó al menos en dos o tres etapas separadas, una primera en los colibríes y, de nuevo, bien en el ancestro común de los loros y los pájaros cantores, o bien de manera independiente en

los loros y en los pájaros cantores.⁷⁶ En los seres humanos, las rutas cerebrales utilizadas para hacer gestos podrían haberse adaptado y empleado para el habla.

«A la gente le cuesta entenderlo —me confesó Jarvis—. Básicamente, es una teoría que enseña humildad porque resta importancia a la especialidad del habla y de los circuitos para el aprendizaje vocal. Sin embargo, es la mejor idea que se me ocurre para explicar los datos existentes.»

Cabe destacar que el laboratorio de Jarvis también detectó que los circuitos implicados en el aprendizaje vocal en los loros están organizados de un modo ligeramente distinto a los de otros pájaros cantores y colibríes.⁷⁷ Los loros poseen una especie de «sistema de canto dentro del sistema de canto» sobrealimentado que podría ayudarlos a diferenciar los diversos dialectos entre los de su especie.⁷⁸

La teoría motora de Jarvis podría explicar *cómo* evolucionó el aprendizaje vocal. Pero el *porqué* es otra cuestión. ¿Por qué propició la naturaleza un sistema tan caprichoso como el aprendizaje vocal precisamente en las aves, de entre todo el reino animal, junto con los complicados y caros circuitos cerebrales que lo sustentan? ¿Por qué se trata de algo tan poco frecuente? Jarvis también tiene una teoría al respecto.

En primavera, un cenizote macho inmerso en una proeza musical busca un lugar de percheo cada vez más elevado, hasta acabar por fin posado en la rama superior del árbol más alto y, en palabras de Thoreau, suelta «su galimatías, sus interpretaciones a lo aprendiz de Paganini». Incluso canta de noche. Canta inclinado hacia delante, con las alas ligeramente separadas del cuerpo y el cuello completamente extendido. Se diría que su propio canto lo estimula. Y quizá así sea. Su canto glorioso, frenético y persistente es una forma de preliminares. Es una canción de amor... y una canción peligrosa.

Allí, en lo alto de su percha al aire libre, expuesto a los crueles ojos de los depredadores aéreos, no hace nada por camuflarse. Por el contrario, canta para llamar la atención. Si repitiera el mismo trino una y otra vez, podría tener

una oportunidad de pasar desapercibido a un halcón cazador. En cambio, al crear un sonido nuevo tras otro, salta al primer plano, como si quisiera anunciar: «¡Aquí estoy yo! ¡Miradme! ¡Venid a por mí! ¡Aquí me tenéis!».

Y este hecho, dice Jarvis, podría ser uno de los motivos que explican por qué el aprendizaje vocal es tan poco frecuente.⁷⁹ «Todas las vocalizaciones variadas que aprende un animal lo convierten en un objetivo fácil.»

Jarvis sospecha que el aprendizaje vocal puede existir como una constante entre los animales.⁸⁰ «Algunas especies, los imitadores avanzados como los pájaros cantores y los seres humanos, se sitúan en un extremo, mientras que las especies con una habilidad limitada, incluidos los ratones y quizá algunas otras aves, se sitúan en el opuesto», explica. Los animales con un aprendizaje vocal complejo o bien ocupan el peldaño superior de la cadena alimentaria, como los humanos, los elefantes, las ballenas y los delfines, o bien son expertos escapando de sus depredadores, como algunos pájaros cantores, loros y colibríes. «Los depredadores están acabando con las otras aves —sugiere—. Para comprobar tal hipótesis, deberías criar a un animal durante muchas generaciones sin depredadores para averiguar si el aprendizaje vocal evoluciona de manera natural. Y, aunque es un experimento duro de realizar, teóricamente es posible.»

Las investigaciones realizadas por Kazuo Okanoya y sus colegas en la Universidad de Tokio arrojan algunas pruebas que sustentan esta teoría.⁸¹ Okanoya estudia las isabelitas del Japón, un cruce domesticado de *Lonchura striata* con otras especies de estríldidos, criadas en Asia por su plumaje, no por sus trinos. Okanoya averiguó que las isabelitas del Japón, mantenidas en cautividad durante los pasados doscientos cincuenta años, entonan cantos más variados que sus parientes criados en la naturaleza. En parte, Okanoya sospecha que el no tener que preocuparse por los depredadores ha permitido a estos gorriones domesticados desarrollar un repertorio más amplio y complicado. Las hembras tanto de las variedades salvajes como domesticadas prefieren la variedad más extensa de cantos domesticados.

«Lo que creo que está sucediendo —explica Jarvis— es que el aprendizaje vocal está siendo seleccionado *en contra* por los depredadores —lo que lo convierte en raro—, pero está siendo seleccionado *a favor* por la selección sexual. Tal vez también funcionara así en el caso de los humanos.»

* * *

La idea se le ocurrió un día mientras estaba sentado en un parque cerca de los jardines de la Duke University, leyendo. Oyó a un gorrión melódico trinando en la copa de un pino.

«Miro hacia arriba y lo veo cantando muy, muy alto, a pleno pulmón. Entona el mismo trino una y otra vez. Me habitúo a él. Continúo leyendo. Dejo de prestar atención. De súbito, el canto cambia. Vuelvo a alzar la vista para comprobar si se trata de otro pájaro, pero no, es el mismo. Cinco minutos más tarde, vuelve a cambiar de trino, y yo creo que es otra ave. Está reteniendo mi atención. Y yo ni siquiera soy un gorrión melódico.»

(Me recuerda a una viñeta que mi maestro de ornitología nos mostró en clase. Hay dos aves posadas en las ramas altas de un árbol. Bajo ellas hay dos ornitólogos con los prismáticos apuntando hacia arriba. Un pájaro le propone al otro: «Siguen sin encontrarnos... ¡Cantemos algo diferente!».)

Cantar es arriesgado y puede salir caro. No sólo hace que un ave resulte más visible a los depredadores, sino que les roba tiempo para buscar comida. ¿Por qué se molestan entonces los pájaros en trinar?

Porque los trinos bien entonados son la mejor herramienta de la que disponen para aparearse, explica Jarvis.⁸² «Las aves con aprendizaje vocal (al igual que las ballenas) modulan sus vocalizaciones para resultar atractivas al sexo opuesto. Los machos posados en las ramas más altas de un árbol a plena luz del día, a la vista de los halcones y otros depredadores que puedan derribarlos, están diciendo a la hembra (por expresarlo en términos antropomórficos): “Mira, soy capaz de cantar así de alto, como un valiente, y capaz de imitar todos estos sonidos”. Básicamente, lo que hacen es alardear: “¡Mira qué bien canto! Mira qué bien sé imitar. Escógeme a mí”». La interpretación a lo Paganini del cenizote, con el pecho inflado, es una invitación enfática, descarada: «Eh, guapa, mírame, aquí estoy yo».

En la naturaleza, la extravagancia va de la mano del sexo.

Para muchos pájaros macho, la competencia por aparearse es feroz. La hembra puede mostrarse exigente. Las apuestas son altas. La hembra siente un interés particular en seleccionar a un macho genéticamente adecuado, el más

capaz de defender su nido y el territorio donde buscar comida. Y uno de los métodos que emplea para calibrar a un posible pretendiente es su trino. Si el macho no canta «lo correcto», la hembra alzará el vuelo en busca de otra cita.

¿Qué quiere escuchar la hembra? (O como preguntaría Freud: «¿Qué quieren las mujeres?».)

Durante mucho tiempo, la ciencia asumió que la mera extensión del repertorio de un macho le daba caché.⁸³ Sin embargo, evaluar cuántos trinos es capaz de entonar un pretendiente es una labor ardua y costosa en tiempo consumido. Es mucho más sencillo calibrar cuán bien lo hace a partir de uno o dos cantos solamente. Los estudios demuestran que las hembras de muchas especies de pájaros cantores prefieren aparearse con machos que cantan más rápido, durante más tiempo o un trino más complejo.⁸⁴ En otras palabras, lo que importa no es cuántos trinos sepa entonar, sino la calidad de su canto.

Los elementos que hacen que un trino resulte sensual parecen variar entre especies. Las hembras del gorrión coronirrofo pantanero y de los canarios domesticados priman la velocidad del trino que bordea el límite de la interpretación posible, mientras que la del diamante cebra de Timor siente predilección por los cantos de volumen alto. Otras, como las hembras del canario, se excitan con sílabas «sexis». Es un término real que se utiliza en este ámbito. Se considera que una sílaba es sexi cuando un pájaro macho utiliza la siringa para cantar con dos voces distintas de manera simultánea. En cierto sentido, podría decirse que entona un dueto consigo mismo. Las hembras del canario prefieren con mucho estas sílabas sexis con dos voces a las sílabas con una sola voz.

Algunas hembras se muestran melosas con los cantos del macho vecino. Buscan la fidelidad al canto o al dialecto regional.

Muchos pájaros cantores tienen dialectos regionales con «acentos» tan diferenciados como el de un andaluz o un gallego.⁸⁵ Estos dialectos se aprenden y se transmiten por vía familiar de generación en generación. Un cardenal norteño que escuche grabaciones responderá con mucho más vigor a las voces de cardenales locales que a las de cardenales que habitan a tres mil kilómetros de distancia. El carbonero común del sur de Alemania tiene un dialecto tan diferenciado del carbonero común de Afganistán que las aves alemanas no reconocen a sus parientes de Oriente Próximo. Incluso los pájaros

procedentes de distintas zonas en el seno de un mismo estado de Estados Unidos pueden entonar trinos completamente distintos. De acuerdo con el ornitólogo Donald Kroodsma, los carboneros cabecinegros que vivían en Martha's Vineyard cantaban un canto distinto a los que vivían en tierra firme en Massachusetts.⁸⁶ La separación geográfica entre variaciones de trinos puede ser del orden de sólo un kilómetro y medio o incluso menos.⁸⁷ Entre los gorriones de corona blanca de California, por ejemplo, los distintos dialectos pueden corresponder a una distancia de apenas unos metros. Las aves que habitan en el umbral de dos dialectos en ocasiones son «bilingües».

Como la pronunciación, la ortografía y el vocabulario del lenguaje humano, los dialectos de las aves pueden modificarse con el paso del tiempo. Así por ejemplo, los gorriones sabaneros comunes actualmente entonan trinos marcadamente distintos de los que entonaban sus ancestros hace treinta años. Hace algún tiempo, Robert Payne y sus colegas documentaron la evolución cultural en los cantos de los azulejos índigo a lo largo de dos décadas.⁸⁸ Cada ave cantaba un trino en la tradición local aprendido de su mentor, pero con ligeras innovaciones. Payne utilizó estos marcadores para rastrear el linaje cultural de los trinos de los azulejos. Y resulta que las innovaciones vocales persisten en la población más allá de la muerte del ave que las originó. Con el paso del tiempo, acaban creando tradiciones de trinos locales y dialectos regionales que los pájaros reconocen y diferencian.

Y por lo que respecta a las hembras: del mismo modo que un acento andaluz puede no seducir en Galicia, los cantos que viran del dialecto regional pueden ser un jarro de agua fría para las hembras de los pájaros cantores, posiblemente porque a un macho que no entone el trino de la comunidad puede resultarle más difícil defender su territorio.⁸⁹

En opinión de Jarvis, todo se reduce a la modulación. Lo que acaba embelesando finalmente a una hembra es el acierto con el que un macho controla el tempo y la precisión de sus notas, ya sea en un canto largo y complejo o en una sílaba corta y sexi. «Es como un superestímulo —indica—. Como el atractivo de un gran huevo para una gallina.» (Tal como descubrió el etólogo Niko Tinbergen, a las gallinas les gustan los huevos grandes: presente

a una gallina un huevo gigante que incubar, aunque sea artificial, y lo preferirá a un huevo pequeño. En su mente, cuanto más grande, mejor, aunque no sea natural.) Algunos atributos sencillamente son irresistibles. Y para las hembras de los pájaros cantores, la precisión y una modulación meticulosa a la hora de cantar es lo más sensual del mundo.

La precisión del canto de un ave es impactante. Richard Mooney expone el caso a sus colegas en la conferencia de Georgetown mostrándoles dos espectrogramas en paralelo.⁹⁰ El de la izquierda muestra los patrones vocales de un orador humano al que se ha solicitado que repita una única frase cien veces; el de la derecha muestra los patrones de un diamante cebra de Timor de su laboratorio cantando su secuencia estereotípica de sílabas y motivos una y otra vez. («A un humano hay que pagarle por hacer esto —bromea Mooney—; el diamante cebra de Timor lo hace gratis.») No se trata de cualquier humano: es un doctorando en neurociencia que forma parte del público, un estudiante sobresaliente, «muy, muy elocuente —explica Mooney—. Solicité a este alumno que repitiera con la máxima precisión la frase “He visto un colibrí”». (Y escogió el sonido de la «i», explica, porque es el que tiene el tono más parecido a las sílabas del diamante cebra de Timor.) «Al diamante no le di ninguna instrucción.»

Si se comparan ambos espectrogramas en paralelo, los resultados saltan a la vista: por más que se esfuerce el diligente alumno, sus réplicas de sus propias sílabas son sumamente variables. En cambio, las del diamante cebra de Timor son casi idénticas. En términos de precisión, afirma Mooney, «el pájaro es como una máquina perfecta».

A este fenómeno se lo denomina coherencia vocal: la capacidad de replicar a la perfección los rasgos acústicos de un canto (las notas, los ritmos y las pausas), interpretación tras interpretación. En el caso de las aves, estas sutilezas marcan la diferencia.

Multitud de aspectos intervienen en esta clase de precisión: el sistema nervioso debe emitir exactamente las mismas órdenes al sistema motor vocal una y otra vez; se requiere una coordinación precisa de los músculos de las caras derecha e izquierda de la siringe y de los del sistema respiratorio, todo

ello en cuestión de milisegundos; y, a modo de guinda, hay que tener mucho vigor para que los músculos no se fatiguen. En suma: una buena medida para calcular la proeza vocal de un macho.

En efecto, las hembras parecen utilizar la precisión como un baremo fiable a partir del cual calibrar la actuación vocal de un macho. Estudios realizados en laboratorio demuestran que las hembras de diamante cebrado de Timor exhiben una marcada inclinación por los machos con trinos de cortejo más coherentes.⁹¹ Los machos de carricero tordal con notas sibilantes más uniformes cuentan con harenes más abultados.⁹² En la misma línea, los machos de las ratonas rayadas y de las reinitas flanquicastañas con trinos inmutables obtienen más copulaciones y engendran más prole fuera de la pareja.⁹³ Y lo mismo sucede en el caso de los cenizontes: los ejemplares que emiten cantos más coherentes tienen más crías y son más dominantes que los más chapuceros.⁹⁴

Los científicos siguen intentando entender qué indica toda esta precisión y fidelidad a una exigente hembra de pájaro cantor.⁹⁵ Una mejor interpretación del canto podría darle pistas de que el macho tiene buena forma física. Un trino potente e inquebrantable con una amplitud, una duración y una coherencia superiores podría ser el modo del macho de informar de que tiene un buen control motor y está en buena forma física. Un ave con menos temple no podría protagonizar una actuación así. Otras cualidades, los llamados rasgos estructurales de su trino —la precisión con la que entona los cantos de su tutor, si la sintaxis de su trino tiene sentido y qué grado de complejidad presenta—, podrían ser su manera de comunicar que lo alimentaron bien de polluelo y que vive sin estrés (o que es capaz de sobrellevarlo), a resultas de lo cual cuenta con una buena estructura y un buen funcionamiento cerebrales. Las sílabas sexis en los canarios, por ejemplo, requieren una coordinación extraordinaria de las mitades derecha e izquierda de la siringe.⁹⁶ Escuchar en busca de sílabas supersexis permite a las hembras del canario descartar a los machos con una coordinación bilateral pobre.⁹⁷

Porque el canto de un ave es un comportamiento tan complejo y exigente que podría resultar un barómetro práctico y sensible no sólo de la salud general de un pretendiente, sino también de su capacidad mental.

Se remontan a esos lapsos críticos en los que la cría de un ave genera furiosamente las conexiones para formar los sistemas de canto en su cerebro, explica Steve Nowicki, de la Duke University.⁹⁸ Simultáneamente, su cuerpo también crece como un loco. Un polluelo de pájaro cantor típico alcanza el noventa por ciento de su altura adulta en los diez primeros días de vida, un ritmo de crecimiento asombrosamente acelerado. Todas esas neuronas, músculos, plumas y piel requieren mucha nutrición. De manera que es una época vulnerable. Si sucede algo durante estas preciosas semanas, por ejemplo, si los padres no pueden proporcionarle alimento suficiente o si la joven cría padece una enfermedad o se ve sometida a otro tipo de estrés, como la competencia de las demás crías de la nidada, sus circuitos cerebrales del canto resultan afectados.⁹⁹ Las aves criadas en cautividad alimentadas de manera deficiente desarrollan estructuras cerebrales de canto atrofiadas y no imitan tan bien el trino de su tutor. Un estudio, por ejemplo, demostró que los diamantes cebrá de Timor bien alimentados copiaban el noventa y cinco por ciento de los tipos de sílabas de sus tutores, mientras que las aves mal alimentadas sólo copiaban el setenta por ciento.¹⁰⁰ Tal vez no parezca grave, pero, para las hembras, es una cifra importante. Una hembra puede «detectar» los pasos en falso de su trino y lo juzga duramente por ellos. En otras palabras, un pájaro macho sólo se considera bueno en función de su canto. Su melodía delata su biografía durante toda su vida.

Un trino centelleante entonado con precisión, por ende, podría señalar una capacidad cerebral y una capacidad para aprender superior en un macho. Esta «hipótesis de la capacidad cognitiva» sugiere que una hembra elige a su pareja en función de su inteligencia, empleando su trino como indicador.¹⁰¹ En otras palabras, las aves que mejor cantan están demostrando a las hembras que les resulta fácil aprender. Un pájaro cantor excelso no sólo es mejor adquiriendo, memorizando y reproduciendo fielmente cantos sofisticados, dice la teoría, sino que probablemente también será mejor desempeñando otras tareas mentales: toda suerte de aprendizaje, adopción de decisiones y resolución de problemas, como por ejemplo, dónde, cuándo y qué comer,

cómo evitar a los depredadores y cómo atraer parejas, los rasgos supuestamente más apreciados para una hembra que busque «buenos» genes y/o un buen proveedor de alimento para su descendencia. Con todo, no está claro si la interpretación del trino que el macho ejecuta en realidad guarda correlación con su rendimiento en otras tareas cognitivas. Existen pruebas que apuntan en ambas direcciones.

Cuando Neeltje Boogert, de la Universidad de Saint Andrews, estudió a diamantes cebrá de Timor machos aislados en el laboratorio, los desafió con una única tarea: levantar la tapa de plástico de un cuenco de madera haciendo palanca para acceder a comida.¹⁰² Y descubrió que las aves que entonaban trinos más complejos, con un mayor número de elementos por frase, averiguaban con más celeridad qué tenían que hacer para destapar el cuenco. Ello sugiere que las hembras podrían utilizar los cantos de un macho para juzgar su inteligencia a la hora de buscar comida, es decir, la rapidez con la que aprenden dónde y cómo encontrar alimento.

Pero no es tan sencillo como parece. Cuando más tarde Boogert y sus colegas comprobaron el rendimiento de los gorriones melódicos macho (que cantan una variedad más amplia de trinos que los diamantes cebrá de Timor) en un espectro más amplio de tareas cognitivas, como el aprendizaje inverso y tareas de asociación de color y espaciales, los cantantes más expertos obtuvieron resultados mixtos.¹⁰³ En algunas pruebas su rendimiento fue superior, mientras que en otras fue inferior. Y recientemente, en un estudio realizado en una bandada de diamantes cebrá de Timor —su contexto social más natural—, la correlación entre la complejidad del trino y otras habilidades cognitivas se desvaneció.¹⁰⁴ Los mejores cantantes no demostraron ser mejores solucionando problemas que los intérpretes más mediocres. Factores confusos podrían enturbiar la imagen, explica Boogert, variables como el estrés, la motivación, la distracción y el dominio social.¹⁰⁵

Quizá resulte aún más difícil buscar posibles correlaciones entre la ejecución de los trinos y la cognición en la naturaleza. No hace demasiado tiempo, Carlos Botero abordó el problema desde una perspectiva inusitada.¹⁰⁶ El intrépido investigador, a la sazón en el National Evolutionary Synthesis Center de Carolina del Norte, recorrió desiertos, junglas y matorrales en diversos países sudamericanos transportando material de grabación sensible

para captar los trinos de los cenizontles en plena naturaleza. Tras grabar un centenar de cantos de veintinueve especies, descubrió que los cenizontles que habitaban en climas impredecibles entonaban trinos más elaborados. En los entornos veleidosos donde un clima caprichoso —con precipitaciones erráticas y temperaturas fluctuantes— hacía que las fuentes alimentarias resultaran inciertas, los cenizontles no sólo contaban con un mayor repertorio, sino que se les daba mejor imitar los gorjeos y reclamos de otras especies, con notas más certeras y mayor coherencia.¹⁰⁷ Quizá las habilidades para trinar de un macho indiquen a las hembras que es lo bastante inteligente como para afrontar entornos impredecibles, aventura Botero. Este aspecto daría peso a la idea de que algunos aspectos del canto de los pájaros podrían proporcionar información acerca de las habilidades cognitivas generales de un macho y de que la selección sexual se da en función de estas señales de inteligencia.

Cae la tarde, han transcurrido horas desde esa primera pausa en el simposio sobre cantos de aves. Vuelvo a asomar la cabeza al exterior para comprobar aquel cedro. El cenizontle sigue en su percha a cubierto, cantando su miriada de tonadillas, pero en esta ocasión a un ritmo *pianissimo*.

Queda por determinar si las hembras de los pájaros cantores emplean los trinos de los machos como indicadores de la inteligencia general. Pero una cosa parece clara: a lo largo del tiempo evolutivo, las hembras han moldeado las complejas, precisas y extravagantemente bellas tonadas de su especie, así como los elaborados circuitos cerebrales necesarios para generarlas. Tal como explica el ornitólogo Donald Kroodsma, al escuchar y evaluar el trino de un macho, la hembra lo «diseña» para que su canto le indique si merece la pena como padre de su prole: «Mediante las elecciones de aparearse que efectúa, perpetúa los genes de los “buenos cantores”, donde la definición de “bueno” reside en las profundidades de la psique femenina de cada especie». ¹⁰⁸ En este sentido, por consiguiente, la hembra esculpe en un macho una red neuronal de cantos de una complejidad milagrosa y un cerebro que lo recompensa por la precisión de su propio trino. Ello recibe el nombre de hipótesis de la mente de apareamiento: la cognición de las complejas

exhibiciones de los machos y la cognición de la evaluación de dichas exhibiciones en las hembras evolucionan de la mano, afectando a la estructura cerebral en ambos sexos.¹⁰⁹

No hay ninguna hembra a la vista de este macho que canturrea en el cedro. Quizá su canto otoñal ofrezca otro tipo de recompensa. Las aves que entonan bien sus trinos en primavera y otoño experimentan un auge en esas sustancias químicas compensatorias, la dopamina y los opioides, si bien en distintas cantidades en cada estación, y con fines diferentes.¹¹⁰ Los opioides no sólo inducen una sensación placentera, sino también analgésica, explica Lauren Ritters. Para averiguar qué canto estacional secretaba más opioides analgésicos, Ritters observó a estorninos machos cantar en otoño y primavera, los capturó y luego sumergió sus patas en agua caliente.¹¹¹ Predijo que las aves que cantaran en otoño resistirían el calor durante más tiempo. Y así fue. Los cantos otoñales, averiguó, acarrearán una mayor liberación de opioides que los primaverales. Tal como escribió Darwin, «los cantos de las aves sirven principalmente como atracción durante la estación del amor», pero una vez concluida la temporada de cortejo, «las aves macho [...] continúan cantando para entretenimiento propio». O posiblemente por disfrutar de esas sustancias químicas.

Este pájaro en el arbusto no está en pleno modo tenor. Y pese a que su trino sigue siendo afilegranado en cuanto a imitación, lo entona con una gracia tan sosegada que da la sensación de que lo hace para sí mismo. Quizá para olvidarse del frío. Sería plausible. O quizá porque cuando gorjea sus dulces trinos con precisión y tanta belleza, se alivia el dolor y, literalmente, se llena de placer.



EL PÁJARO ARTISTA

Aptitudes estéticas

Agáchese tras las raíces tubulares de un quandong azul y observe a través de la urdimbre de las ramas. En un punto moteado por el sol, en el suelo del bosque tropical, hay un pájaro del doble del tamaño de una paloma, pero con el dorso negro azulado brillante y un ojo morado resplandeciente.¹ Tras él hay un elegante vestíbulo arquitectónico de unos veinticinco centímetros de altura elaborado con ramitas, integrado por dos muros arqueados paralelos hechos de palitos rectos, como si de un tipi de juguete construido por un niño se tratara. Alrededor del pájaro, el suelo está punteado de objetos de colores que destacan sobre la alfombra de ramitas de color beige, casi como si resplandecieran bajo la tenue claridad de la selva. Hay florecillas, frutas, bayas, plumas, tapones de botellas, cañitas, las alas de un loro, un monopatín de Bart Simpson de juguete diminuto y lo que, misteriosamente, parece un globo ocular de vidrio de color turquesa. El pájaro coge una flor y la deposita cerca del resto de los objetos. Dispone una pluma, coloca una cuenta dándole unos golpecitos y luego clava una cañita; diríase que clasifica su botín por color, forma y tamaño. De vez en cuando, retrocede un saltito, como si se dispusiera a revisar su obra de artesanía, tras lo cual vuelve a dar un saltito adelante para recolocar una pieza.

Si hubiera estado usted observando este pájaro hace unas semanas, aquí, en la costa este de Australia, lo habría visto en la cima de la laboriosidad. En primer lugar, despeja frenéticamente de escombros una zona de aproximadamente un metro cuadrado y luego se dispone a reunir con diligencia ramitas y hierbas, que distribuye de manera uniforme para componer su «plataforma». A partir de esta colección, selecciona las ramitas que prefiere

para plantarlas en dos filas definidas, creando una especie de avenida esmeradamente dispuesta para atrapar los rayos de sol matutinos. En el extremo norte, dispone su lecho de ramitas delgadas, que va alisando. Le servirá como fondo para su panoplia de adornos... y también como una suerte de pista de baile, donde posteriormente ofrecerá algunas piruetas vistosas acompañadas de cantos.

A continuación se dedica a recoger tesoros. No vale cualquier objeto. Este pájaro está obsesionado con el azul: plumas de color aciano de la cola de un loro, flores de lobelia de color lavanda, frutos azules brillantes del árbol quandong, petunias moradas y espuelas de caballero azules robadas de una vivienda cercana, junto con trocitos de vidrio o cerámica de color cobalto, cintas de pelo de color azul marino, pedacitos de toldo de color turquesa, billetes de autobús azules, cañitas, juguetes, bolígrafos, el globo ocular y su gran premio, un chupete azul celeste robado a su vecino. Lo dispone todo artísticamente sobre su lienzo de ramitas. Si las flores se marchitan o las bayas se arrugan, las sustituirá por otras nuevas. Obsérvelo unos días más y tal vez lo vea pintar en su vestíbulo de ramitas una franja de la altura del pecho, usando hojas secas de araucaria de Australia que ha mascado y triturado en su pico.²

No es de extrañar que los primeros naturalistas europeos quedaran perplejos cuando hallaron estas creaciones en las profundidades de los bosques australianos y creyeran haber topado con fantasiosas casas de muñecas construidas por niños aborígenes o por sus madres.

Nos embelesan los animales constructores, quizá porque nosotros mismos somos constructores. Por eso nos maravillamos al ver esa pieza tan familiar de arquitectura aviar, el nido, especialmente las ornamentales construcciones de determinadas especies, como los tejedores, por ejemplo, que entrelazan y atan plantas para construir sus elaborados nidos; o las oropéndolas de Baltimore, que tejen sus nidos con decenas de miles de rápidas puntadas entretejidas; o las golondrinas comunes, que realizan miles de viajes con la boca llena de barro para moldear sus nidos con forma de copa sobre los travesaños de los establos o los soportes de embarcaderos y puentes.³

«El instrumento que determina la forma circular del nido no es más que el cuerpo del pájaro —escribe Jules Michelet—. Su casa es su propia persona, su forma... y yo diría que su sufrimiento.»⁴

Me vino esto a la cabeza cuando vi el diminuto nido con forma de copa de un abanico gorgiblanco posado encima de un solo tallo de pandano en la ribera de un río de la región de Tanjung Puting de Borneo. El abanico gorgiblanco es un ave común en las selvas del país, pero sus compactos nidos de pequeñas dimensiones son una maravilla de construcción inteligente y delicada ingeniería, perfectamente redondos, apenas lo suficientemente amplios para acoger a la madre y a su cría. Me pregunté si para hacerlos habrían presionado las paredes con sus propios pechos y utilizado sus cuerpos para aplastar y amasar los materiales hasta hacerlos maleables. El nido estaba anclado en la parte alta del tallo, con líneas de seda de telaraña y brácteas de hierbas ásperas, con finas hierbas trenzadas a modo de paredes, hojas diminutas superpuestas, partes inferiores de helechos arborescentes y raíces usadas a modo de hilos para formar una copa esférica acogedora.⁵

El premio a la construcción de nidos excelsa recaería en el mito, un pariente común del carbonero que habita en Europa y Asia. Su nido es una bolsa flexible elaborada con musgos de hojas pequeñas que forman ganchos, los cuales se entretajan con los aros sedosos de las mullidas crisálidas de huevos de araña para crear una especie de velcro.⁶ Estos pajarillos forran el interior de la bolsa con miles de pequeñas plumas aislantes y cubren el exterior con miles de pequeños copos de líquen a modo de camuflaje, creando una estructura de aproximadamente seis mil piezas.

«El nido es el espejo más ilustrativo de la mente de un pájaro. Es el ejemplo más palpable de las cualidades de razonamiento y pensamiento con las que estas criaturas están sin duda altamente dotadas.»⁷

El ornitólogo inglés Charles Dixon escribió estas frases en 1902. No obstante, desde hace largo tiempo hemos asumido que la construcción del nido es un comportamiento puramente innato: un ave llega al mundo con una especie de «plantilla» de nido impresa en sus genes y sin un concepto real de lo que tiene que construir. Si se requiriera el uso del cerebro, sería sólo para adherirse a un sencillo conjunto de reglas sobre cómo comportarse, movimientos programados que conducen a la emergencia del caprichoso

receptáculo para los huevos. El Premio Nobel Niko Tinbergen destacó que los mitos utilizan una secuencia de hasta catorce acciones motoras para construir sus nidos abovedados,⁸ si bien señaló que lo sorprendió que movimientos tan «sencillos y rígidos pudieran conducir a la construcción de un resultado tan extraordinario».⁹

Últimamente, esta concepción ha cambiado gracias a que los científicos han recopilado pruebas convincentes de que la construcción de nidos requiere multitud de cualidades, además del instinto, como por ejemplo: aprendizaje y memoria, experiencia, toma de decisiones, coordinación y colaboración. Resulta que la magnífica creación del mito es un esfuerzo de colaboración de los miembros de una pareja de principio a fin.¹⁰ Es una labor que requiere adoptar una serie de decisiones relativas a la ubicación, los materiales y la propia construcción.

Tiene sentido, por tanto, que cuando Sue Healy, psicóloga y bióloga en la Universidad de Saint Andrews de Escocia, y su equipo especializado en aprendizaje y construcción de nidos sondearon las regiones cerebrales que un diamante cebra de Timor utiliza durante el comportamiento de anidación, hallaran actividad no sólo en las rutas motoras del órgano, sino también en rutas involucradas en el comportamiento social y la recompensa.¹¹

En un experimento hecho público en 2014, Healy y su equipo estudiaron si un diamante cebra de Timor podía aprender a elegir materiales más efectivos para formar nidos en base a la experiencia acumulada.¹² En la naturaleza, los diamantes cebra de Timor construyen sus nidos en densos matorrales a partir de bolas huecas hechas con tallos rígidos de hierba seca o de ramitas delgadas.¹³ En el laboratorio, los científicos pusieron a disposición de los pájaros materiales para anidar como cordel de algodón flexible y frágil y una variedad mucho más rígida. Tras un breve episodio de nidificación, se planteó a los pájaros la posibilidad de utilizar uno u otro cordel. Los que tenían experiencia con el cordel frágil optaron por éste en detrimento de la variedad más rígida. Cuanta más experiencia en construcción de nidos adquirían las aves, más optaban por el cordel más rígido. Claramente, el aprendizaje influyó en su elección de las provisiones para construir.

Para comprobar si los pájaros seleccionan de manera deliberada materiales que camuflen sus nidos, el equipo «empapeló» la jaula de los diamantes cebrá de Timor machos con distintos colores.¹⁴ A continuación, puso a su disposición una serie de materiales para nidificar: tiras de papel a conjunto con el papel pintado y tiras de otro color. La mayoría de los pájaros escogieron las tiras del mismo papel, lo cual sugiere que escrudiñan las características de sus materiales de construcción, en lugar de escoger al azar lo que tienen a su alcance.

Los tejedores comunes o cogullados también aprenden a mejorar la selección de materiales para construir el nido en base a la experiencia.¹⁵ Los ejemplares jóvenes prefieren construirlo con materiales más flexibles y filamentos más largos. No obstante, a medida que van acumulando experiencia, se vuelven más selectivos y rechazan cualquier material artificial, como el cordel, la rafia o los mondadientes. También van perfeccionando sus técnicas de cortar y tejer, cometen cada vez menos errores y van construyendo nidos más definidos y tejidos de manera más eficaz a medida que se hacen mayores.

* * *

Pero la construcción con ramitas y objetos de ese pájaro brillante australiano no es un nido. Ese pájaro, a diferencia del mito colaborador, delega la construcción del nido enteramente en su pareja. No, esta extraña y elaborada creación, conocida como pérgola, se construye exclusivamente con fines de seducción, y se encarga de hacerla un animal con una inteligencia y un arte extraordinarios: el pergolero satinado (*Ptilonorhynchus violaceus*).

Tan fascinante es la familia del pergolero, de hecho, que el ornitólogo E. Thomas Gilliard señaló en una ocasión que las aves deberían dividirse en dos grupos: los pergoleros y el resto de los pájaros.¹⁶ Los pergoleros son célebres por sus sellos distintivos de inteligencia: cerebros grandes, vidas longevas e infancias prolongadas (tardan siete años en madurar). Las aproximadamente veinte especies existentes viven en las pluviselvas y los bosques de Nueva Guinea y Australia; diecisiete de ellas construyen pérgolas. Son los únicos animales en el planeta —aparte de nosotros, tal vez— que utilizan objetos en disposiciones extravagantes para atraer a las hembras.

Y allí está ella. Un ave de color verde oliva mate y más o menos el mismo tamaño que su pretendiente. Ha estado dando una vuelta por el vecindario, tanteando la calidad de otras tres o cuatro pérgolas y evaluando sus decoraciones.

Es su mercado... y está de compras. Aterriza justo al sur de la pérgola de nuestro protagonista y duda acerca de si internarse bajo la broza. Parece gustarle lo que ve. Tal vez sea la óptima simetría de la arquitectura lo que atrae su mirada. O ese chupete de color azul celeste. Momentos después, entra de un brinco en la acogedora pérgola artesanal y mordisquea unos cuantos palitos, probando la pintura que el pergolero ha aplicado cuidadosamente al interior de las paredes.

En cuanto aterriza, el macho deja de ordenar y se apresura.¹⁷ Inicia una coreografía frenética de saltos y danzas. Coge con el pico objetos de su preciada colección y los deposita en el suelo, alrededor de su escenario. De repente, se vuelve «mecánico» y zumba como un juguete de cuerda rítmico. Más que contonearse y trinar con dulzura, parece un robot o un maniquí espasmódico. Agita las alas y abre la cola en abanico, con movimientos espasmódicos, como de obturador, y a continuación corre con gran teatralidad por su plataforma, como si fingiera atacar a un agresor. De manera abrupta, se lanza en un torrente de imitaciones. Primero, imita el vibrante cacareo del reclamo de un daceo, luego el ruido de ametralladora tamborileante de un melífago de Lewin y, por último, las suaves llamadas de una cacatúa de moño amarillo, un cuervo australiano grande y una cacatúa fúnebre coliamarilla. Ríe alegre. Zumba. Chilla y chasquea. Presume de su espléndido plumaje y centellea sus ojos saltones, ahora extrañamente enrojecidos. Hace una pausa, clava la mirada, da unos saltitos alrededor durante unos minutos y, a continuación, retoma abruptamente su exhibición. Lanza el cuello hacia delante y vuelve a agitar las alas. Agarra un pequeño adorno con el pico, una hoja amarilla, salta rígidamente hasta la entrada de la pérgola y se sitúa justo delante de la hembra, ahuecando sus plumas resplandecientes para parecer más voluminoso, y entonces realiza una secuencia de profundas flexiones de rodillas.

La hembra contempla todo este espectáculo atentamente, calibrando la actuación, que puede prolongarse entre unos cuantos segundos y media hora.

De repente, nuestro protagonista da un respingo violento y se aparta a un lado. La hembra se sobresalta. En un instante, sale revoloteando de la pérgola y se marcha.

La ha perdido.

¿Por qué? ¿Qué ha salido mal?

La cruda realidad es que, en el universo de los pergoleros, relativamente pocos machos se quedan con la chica. Son las hembras quienes escogen a sus enamorados, y es una elección que realizan con suma cautela. A menudo, un macho es afortunado muchas veces seguidas y se aparea con veinte o treinta hembras distintas, mientras que el resto de los machos no se aparean con ninguna. Los motivos de tal desigualdad son complejos y ofrecen una ventana fascinante para entender cómo desarrolló el pergolero su artesanía y su inteligencia. ¿Cómo se cruzó el gusto del macho por el baile y los quisquillosos despliegues de ramitas métricas y pajitas cerúleas con la concepción de la pareja ideal de la hembra? ¿Es el «arte» del macho un indicador de inteligencia o de sentido estético?

La historia del pergolero satinado es un buen lugar para buscar respuesta a tales preguntas. Estos pergoleros despliegan conductas exhibidoras extremas, afirma Gerald Borgia, biólogo de la Universidad de Maryland que ha estudiado estas aves durante más de cuatro décadas.¹⁸ Y las hembras dan fe de una exigencia quisquillosa.

¿Qué buscan?

Los machos pergoleros no ofrecen beneficios directos como parejas colaboradoras. No ayudan a alimentar a las crías, por ejemplo, ni protegen el territorio. Lo único que obtiene la hembra del macho son sus genes. De manera que no malgasta el tiempo evaluando su capacidad para, por ejemplo, buscar comida. En su lugar, escrudiña la pérgola del macho y la decoración, así como sus habilidades para bailar, imitar y otras exhibiciones de cortejo.

Andar a la caza y captura y comparar consume tiempo y energía, por lo que estas demostraciones deben ser representativas. De hecho, en todos los aspectos de su exhibición —afirma Borgia—, un macho revela su agilidad mental.¹⁹

Piénsese en lo que conlleva construir una pérgola de calidad excelsa.

En primer lugar, hay que elegir una ubicación excelente. Un macho diestro ubica su pérgola para maximizar el atractivo de su exhibición. Los pergoleros satinados que estudia Borgia orientan sus pérgolas en un eje nortesur. «Parecen intentar recibir la iluminación idónea para sus exhibiciones», explica Borgia. En ocasiones, podan las hojas de los alrededores de la plataforma para que incida más luz natural.²⁰

En segundo lugar, se requiere una destreza intachable. Las hembras prefieren las pérgolas con paredes de una artesanía soberbia, simétricas y tupidas, formadas por palitos uniformes. De manera que un macho que aspire a aparearse debe encontrar palos delgados y rectos o de la longitud exacta, centenares de ellos. A continuación, los empaqueta muy prietos formando dos densas paredes curvas. Para que las paredes sean simétricas, utiliza la herramienta mental de las plantillas. «Siguiendo una plantilla mental, un macho coge un palito y se coloca en la línea media de la avenida de la pérgola», explica Borgia.²¹ Clava o apoya el palito en una pared y, sin soltarlo aún, lo aleja de ésta; entonces, utilizando una inversión precisa de sus movimientos, coloca el palo en la posición idéntica en la pared opuesta. Algunos pergoleros son lo bastante flexibles como para modificar la técnica. Cuando los experimentadores toquetearon las pérgolas de algunos machos y destruyeron por completo una de las paredes simétricas, estas aves demostraron una agilidad mental asombrosa: en lugar de colocar la mitad de los palos de manera uniforme en cada cara, concentraron sus esfuerzos en reconstruir la única pared destrozada.²²

Y luego está el asunto nada baladí de la decoración. A las hembras les gustan los adornos, en abundancia, de manera que los machos acaparan joyería ostentosa. Si se retiran estos tesoros de la pérgola del macho, su valor en el mercado se desploma precipitadamente. De ahí que añada sin cesar nuevas piezas a su colección, en ocasiones sin escrúpulos, hurtándolas de las pérgolas vecinas si da la casualidad de que sus propietarios se ausentan. Mantener su propia pérgola intacta y perfectamente amueblada le consume toda la energía.

Cada especie de pergolero tiene sus ornamentos y colores preferidos, seleccionados con esmero por su contraste en función del entorno. Los pergoleros moteados orientales, los primos belicosos de los pergoleros

satinados que construyen sus pérgolas en bosques de árboles despejados, sienten inclinación por los objetos verdes, así como por las piezas brillantes y plateadas, explica Borgia. «Colocan monedas, joyas y clavos nuevos en el punto clave de su pérgola y cartuchos de rifle un poco más afuera. Encontramos un pájaro que había dispuesto los clavos nuevos y relucientes que había encontrado en la avenida de la pérgola y los oxidados al fondo. Separaba los más bonitos de los menos bonitos.» Estas aves suelen edificar sus pérgolas cerca de vertederos, donde tienen fácil acceso a todo tipo de material colorido y centelleante. Borgia descubrió una pérgola construida por un pergolero moteado oriental cerca de la casa de un artista que trabaja con vitral: estaba llena de cascotes de vitral que el ave había clasificado por colores. «Era asombroso cómo había dispuesto las piezas, como si de un mosaico se tratara», comenta Borgia.

El pergolero pardo construye una estructura alta con forma de tienda india conocida como pérgola con mayo alrededor del tronco de un retoño en los bosques pluviales montañosos de Nueva Guinea.²³ La cubierta se elabora tejiendo tallos de orquídeas epífitas. En un jardín de musgo que se extiende desde la pérgola, el ave crea una bonita naturaleza muerta con montoncitos de flores de vivos colores, frutas y alas de escarabajo iridiscentes (rojas, azules, negras y naranjas), junto con algún tesoro aleatorio esporádico colocado de manera prominente, como un calcetín blanco con rayas naranjas robado de la cercana cabaña de un misionero.

Los pergoleros grandes, que habitan en los bosques de eucaliptos del norte de Australia, sienten inclinación por colocar una decoración minimalista a modo de fondo, en su mayor parte compuesta por piedras blancas, huesos y caparzones de caracol descoloridos. (Durante unas lluvias torrenciales en su campamento en Queensland en diciembre de 2014, la investigadora brasileña Aída Rodrigues detectó que los pergoleros grandes incluso incorporaban piedras de granizo gigantes a sus escenarios.) El lienzo pálido realza el contraste de los objetos brillantes que colocan en la avenida de entrada, los verdes cuidadosamente dispuestos formando líneas u óvalos a los lados de la avenida y los rojos esparcidos por los bordes del patio.

Estos pergoleros construyen dos patios elípticos unidos por una larga avenida de palitos de color marrón rojizo, empaquetando sus pérgolas con la asombrosa cifra de cinco mil ramitas. La hembra se sitúa en el centro de la avenida mientras el macho la corteja. La luz rojiza procedente de los palitos de la avenida podría alterar su percepción del color, realzando su experiencia del rojo, el verde y el lila, el color de la cresta que el pergolero grande macho tiene en la nuca.²⁴ Él permanece fuera de la vista en uno de los patios donde ha acumulado sus coloridos objetos y va asomando la cabeza a intervalos para sorprenderla dejando objetos en su camino. Es su manera de retener la atención de la hembra. Cuanto más tiempo permanece ésta en la avenida, más probable es que se aparece con él.

Según John Endler, de la Deakin University de Australia, los pergoleros grandes podrían guardarse otro truco artístico en la manga: la ilusión óptica.²⁵ Para impresionar a las damas, explica Endler, los machos disponen sus colecciones de piedras y huesos partiendo de la avenida de entrada, de manera que los más grandes están más alejados. En opinión de Endler, esto crea las condiciones idóneas para generar una ilusión óptica conocida como perspectiva forzada.

Se trata de una estratagema similar a la utilizada por los arquitectos griegos de la Antigüedad en su diseño de las columnas de los edificios, más ahusadas por la parte superior para transmitir la impresión de una mayor altura, y recientemente incorporada también por los diseñadores del icónico palacio de Cenicienta en Disneylandia. Los ladrillos, las agujas y las ventanas del castillo azul y rosa van menguando a medida que ascienden los pisos, para engañar al cerebro para que piense que la parte superior del edificio se encuentra mucho más lejos de lo que en realidad está. En el cine, en *El señor de los anillos*, también se empleó este truco para conseguir que los hóbbits parecieran más bajitos.

Al parecer, los pergoleros grandes hacen justo lo contrario: sitúan los objetos más pequeños cerca de la entrada de la pérgola y las piedras y los huesos más grandes en el fondo. Los investigadores especulan con que, desde el punto de vista de la hembra, que comprueba la pérgola desde su acogedor recinto, se tiene la ilusión de que el patio es más pequeño de lo que en realidad es. Y este escenario escorzado podría hacer que tanto el macho que

desfila como sus objetos de colores parecieran más voluminosos y vívidos. El cerebro de la hembra, como el nuestro, podría realizar asunciones equívocas acerca de lo que está contemplando. Sin embargo, para estar seguros de ello se precisan más estudios sobre la percepción en las aves.

¿Qué tipo de capacidad cerebral podría requerir el macho para desplegar este tipo de ardid visual, si de eso se trata? Podría tratarse de un simple asunto de ensayo y error, indica Endler, de tal manera que los pájaros dispusieran los objetos de forma aleatoria y luego entraran en la pérgola para echar un vistazo y los recolocaran.²⁶ O bien podrían utilizar una regla bien sencilla: colocar los objetos más pequeños más cerca y los más grandes más alejados, una conducta ligeramente más compleja. O quizá posean un auténtico sentido de la perspectiva y sepan el orden en que deben situar los objetos para construir un gradiente. Lo que sí sabemos con toda certidumbre, explica Endler, «es que la disposición no es azarosa».²⁷ Estos pájaros son muy conscientes de los diseños que crean, según ha averiguado Endler.²⁸ Cuando él y su equipo recolocaron los objetos blancos y grises en las pérgolas, los machos volvieron a colocarlos en su sitio con acuerdo al diseño original en un plazo de tres días.

Los pergoleros satinados son, ante todo, coloristas, y escogen sus colores para lograr el máximo contraste. Al diseñar la pérgola que les servirá de escenario, extienden una alfombra de ramitas y hojas de colores claros que genera un luminoso resplandor en el ambiente umbrío del bosque. Sobre este fondo, decoran su escenario en tonos azules, el color menos frecuente en la naturaleza. Algunos científicos sugieren que la paleta cromática del pergolero satinado podía pretender conjuntar con su propia vestimenta iridiscente. Sin embargo, Borgia ha descubierto que estas aves no sienten interés por decorar sus pérgolas con sus propias plumas. Simplemente prefieren el azul, que tan bien contrasta con el beige en el melancólico verde de la selva pluvial.

A los humanos también parece encantarnos este tono. Las investigaciones sugieren que el azul es el color que prefieren más personas, por delante de cualquier otro, porque se asocia con objetos queridos del entorno, como los cielos despejados y el agua limpia.²⁹ El pintor y colorista Raoul Dufy pronunció una célebre cita: «El azul es el único color que conserva todo su

carácter en todos sus tonos. [...] Siempre será azul». En la naturaleza, el azul es un color poco frecuente, en parte porque los vertebrados nunca desarrollaron la capacidad de fabricar o usar pigmentos azules.³⁰ El azul eléctrico intenso que el azulejo gorgicanelo luce en el dorso es un ejemplo de lo que los científicos denominan «color estructural»: se genera mediante la interacción de la luz con la disposición tridimensional de la queratina en las plumas del pájaro.

Los objetos azules son relativamente poco frecuentes en el mundo de un pergolero satinado, de manera que estos pájaros los consiguen hurtándolos. El almacén de decoraciones azules que es la pérgola de un macho refleja su habilidad para robarlos de los grandes escondrijos de objetos de las pérgolas vecinas. Una vez adquiridos, estos tesoros deben protegerse frente a otros pergoleros machos dispuestos a incorporarlos a su propio alijo.

Algunos machos visitan las pérgolas de los rivales no sólo para robar, sino también para destruir. Para ello también se requiere ser espabilado. Generalmente, las pérgolas de los pergoleros satinados se encuentran a más de noventa metros de distancia entre sí, fuera de la vista de los demás. Según Borgia, saquear la pérgola de un vecino que no se encontraba dentro de un campo de visión evidente sugiere que los machos poseen un mapa mental de las ubicaciones de las pérgolas y las recuerdan.

El equipo de investigación de Borgia utiliza videocámaras de vigilancia para atrapar a los vándalos en flagrante.³¹ Un saqueador busca y ataca la pérgola de otro macho con sigilo y rapidez. Vuela hasta el lugar en silencio y se posa inmóvil en las ramas situadas por encima de la pérgola, desde donde se asegura de que el propietario se halle ausente. A continuación, desciende al suelo. En un instante se convierte en un tornado de actividad de terciopelo oscuro, arranca palitos de la pérgola y los arroja a un lado. En cuestión de tres o cuatro minutos, un triunfo arquitectónico que ha tardado días en erigirse queda reducido a un montón de ramas. El bandolero retrocede unos pasos para revisar los estragos causados, detecta un mondadientes azul que puede saquear y alza el vuelo.

Desde la perspectiva de una hembra, una pérgola intacta embellecida con abundantes objetos azules indica que este macho es experto no sólo en hurtos, sino en protegerse de saqueos y vandalismo.

Frente a la pasión que sienten por el azul, los pergoleros satinados rechazan el rojo. Si se deja caer un objeto rojo en medio de otros azules, estos pájaros retirarán a toda prisa el infractor, se lo llevarán de allí volando y lo dejarán caer a cierta distancia, fuera de la vista. Algunos observadores llegan incluso a sugerir que ensuciar la pérgola de un pergolero con algo rojo hace que el pájaro se salga de sus casillas.³²

¿A qué se debe esta aversión al rojo? Borgia cree que la combinación de colores del pergolero satinado de azul y amarillo, que no se encuentra en ningún otro lugar en el hábitat del pájaro, sirve de señal clara y distintiva, una especie de bandera para las hembras visitantes, a quienes anuncia: «¡Aquí hay una pérgola de vuestra especie!». Cualquier cosa roja es una presencia contaminante que perturba la claridad de la señal.

La urgencia con la que los pergoleros satinados se apresuran a retirar cualquier objeto rojo de sus pérgolas sugirió una idea ingeniosa a Jason Keagy, a la sazón alumno de doctorado que trabajaba con Borgia (y hoy investigador en la Michigan State University): emplear esta aversión como potente motivador para comprobar la capacidad de resolución de problemas de distintos machos en la naturaleza.³³

Keagy quería averiguar si algunos machos eran más inteligentes que otros y si estos mismos machos eran los que se apareaban más.

En una prueba, situó tres objetos rojos en la pérgola de un pergolero satinado y los cubrió con un recipiente de plástico transparente. A continuación, calculó cuánto tiempo tardaba el pájaro en eliminar la barrera para poder desembarazarse de los objetos rojos. Algunos pájaros tardaron menos de veinte segundos en resolver el puzle; otros, en cambio, no fueron capaces de hacerlo. La mayoría de los pájaros que solucionaron el rompecabezas picotearon el recipiente hasta volcarlo y luego hicieron desaparecer los objetos rojos.³⁴ Un único pergolero se posó sobre el recipiente y lo estuvo balanceando hasta volcarlo y lo sacó a rastras de su plataforma antes de deshacerse de la aberrante pieza roja.

La segunda prueba era un poco más ladina. Keagy adhirió con pegamento una teja roja a largos tornillos, que atornilló en el suelo para que la teja resultara inamovible. De este modo, las aves afrontaron un nuevo problema, un

problema que normalmente no encontrarían en su entorno natural. Los machos más inteligentes no tardaron en concebir una estrategia innovadora para lidiar con la situación: tapar el rojo con hojas u otras decoraciones.

A continuación, Keagy correlacionó el ingenio en dos labores con el éxito para aparearse. Y resultó ser que los ejemplares que resolvían más rápidamente ambas tareas también eran los que más se apareaban, anotándose muchas más copulaciones que las aves menos competentes. En otras palabras, afirma Keagy: «¡La inteligencia es sexi!».

¿Puede considerarse arte la pérgola de un pergolero? ¿Es el macho de esta especie un artista? Depende de cómo defina uno el arte. Como la inteligencia, es un término sin una definición fácil. El *Diccionario* de la Real Academia Española lo define como «Manifestación de la actividad humana mediante la cual se interpreta lo real o se plasma lo imaginado con recursos plásticos, lingüísticos o sonoros». En inglés, el *Merriam-Webster* lo define como «Habilidad adquirida mediante la experiencia, el estudio o la observación» y «el uso consciente de habilidades y la imaginación creativa».

Los biólogos ofrecen una perspectiva distinta. John Endler sugiere que el arte visual puede definirse como «la creación de un patrón visual externo por parte de un individuo con el fin de influir en la conducta de otros y [...] la habilidad artística consistente en la capacidad de crear arte».³⁵ Richard Prum, ornitólogo en la Universidad de Yale, lo ve como «una forma de comunicación que progresa en paralelo a su evolución».³⁶ Con acuerdo a estas definiciones, una pérgola sin duda encajaría en la definición de arte y los pergoleros podrían ser considerados artistas.

Pueden encontrarse ejemplos de arte en otras creaciones de aves. Algunos pájaros decoran sus nidos de manera exuberante. Los milanos negros prefieren el plástico blanco; los búhos, las heces y los restos de presas. Muchas aves sienten predilección por los objetos brillantes y con purpurina. En su libro *Birds of Massachusetts*, Edward Forbush recogía una anécdota de un macho de oropéndola de Baltimore que espía a un niño que jugaba con una hebilla de zapato plateada prendida a una cinta. El pájaro descendió en picado, le arrebató la hebilla y la tejió en su nido. En la costa de Delaware, yo

he observado a águilas pescadoras llevar a sus nidos cintas brillantes, botellas y trocitos de globos de polietileno. Del nido de un águila pescadora en Monmouth Beach, Nueva Jersey, colgaba un reloj de pulsera.

Otras aves pueden sentirse o no seducidas por los tesoros brillantes por motivos estéticos. Sólo los pergoleros decoran con profusión sus zonas de exhibición y para tal fin buscan tesoros de colores específicos que colocan con meticulosidad para deslumbrar a las hembras. El naturalista y cineasta Heinz Sielmann observó en una ocasión el comportamiento decorador del pergolero de Lauterbach: «Cada vez que el ave regresa de una de sus incursiones coleccionistas, estudia el efecto cromático general. [...] Coge una flor con el pico, la coloca en el mosaico y se retira a una distancia de visión óptima. Se comporta exactamente igual que un pintor que revisa con ojo crítico su lienzo. Pinta con las flores; es la única manera de expresarlo».³⁷ De acuerdo con Gerald Borgia y Jason Keagy, un pergolero satinado macho hace algo similar: se sienta en su pérgola, en el punto donde se sentará la hembra, como si la evaluara desde su perspectiva, y luego modifica la exposición según cree pertinente.³⁸ «No pretendemos decir con ello que estas aves tengan teoría de la mente —explica Keagy—, pero su comportamiento resulta cuando menos interesante.»

¿Cómo denominaría usted a esta recolección, clasificación y esmerada disposición de objetos de colores sin más función aparente que la de impresionar a una espectadora o juez y modificar su comportamiento? A mí me resulta casi imposible concebirla salvo con relación al arte.

¿En qué se descarrió entonces nuestro protagonista desdeñado? Su pérgola era un parangón de simetría y artesanía. Su brillante escenario estaba punteado de anzuelos azules saqueados a sus rivales. Y dio muestra de un dominio asombroso de la imitación vocal y la danza.

Pero resulta que la dama del pergolero satinado buscaba algo más.

Gail Patricelli, conductista animal en la Universidad de California, Davis, sugiere que para que un cortejo entre dos pergoleros satinados llegue a buen puerto se requiere algo más que inteligencia bruta, arte y bravuconería.³⁹

Hay algo más que destaca en la imagen general, algo parecido a la sensibilidad.

Las hembras se sienten atraídas por muestras de canto y baile vigorosas e intensas, siempre que no sean excesivas. Un aleteo y un zumbido exagerados pueden parecerse mucho a una exhibición agresiva de un macho ante otro, lo cual desencanta sobremanera a la hembra. Así que los machos están en un brete, afirma Patricelli: deben hacer una exhibición vistosa para resultar atractivos, pero no excederse en ella o sólo conseguirán ahuyentar a las hembras. El cortejo exige más sensibilidad que fanfarronería, más tango que *kickboxing*.

Para comprobar cómo manejan distintos machos este dilema, Patricelli creó un inspirado experimento mientras era estudiante de doctorado en el laboratorio de Borgia.⁴⁰ Construyó una pequeña «hembra robot», un robot insertado en la piel de una hembra de pergolero satinado. Dotó al pájaro robótico de varios motorcitos para poder hacer que se agachara como una hembra real, mirara alrededor e incluso ahuecara las alas en la posición de apareamiento. Fue el modo que concibió de controlar la variable del comportamiento de una hembra para poder calibrar las reacciones de los machos. El robot procedía del mismo modo cada vez y Patricelli grabó en vídeo las respuestas de veintitrés machos distintos.

Los vídeos revelaron que los machos varían mucho en su sensibilidad a cómo una hembra reacciona a su exhibición. Algunos se muestran atentos. Si la hembra parece alarmada, refrenan su actuación y templan su aleteo, a la par que le ceden cierta distancia. Otros machos son ajenos a sus reacciones.

Los machos más reactivos son los que logran la mayoría de los apareamientos. Los machos que se sobrepasan demostrando su intensidad y su poder acaban perdiendo. En otras palabras, afirma Patricelli, la selección sexual parece favorecer tanto la evolución de los rasgos de exhibición elaborados como la capacidad de utilizarlos de manera apropiada. Es posible que ése fuera el fallo que cometió nuestro protagonista. Le faltó gracia social.

Construir, decorar, afinar la muestra de canto y baile y moderar su intensidad con acuerdo a la cita: en opinión de Gerald Borgia, estos comportamientos no son innatos al pergolero satinado, sino que los adquiere de joven. Quizá ello sea otra pista para las hembras: la calidad de la exhibición del macho, como la precisión del canto de un ave, indica su capacidad de aprender cuando es joven. Y, como ocurre en el caso del aprendizaje de trinos, puede ser un signo de su capacidad cognitiva.⁴¹

La recompensa genética por ser uno de los machos afortunados es grande. Enorme. De manera que los machos se esfuerzan por aprender a construir el arreglo más elegante posible y ensayan intensamente sus habilidades para el cortejo. De hecho, estas aves apenas invierten tiempo de vigilia en otra cosa.

«Los machos jóvenes construyen pérgolas imperfectas», explica Borgia.⁴² Al no ser capaces de seleccionar palitos de distintas longitudes y grosores y colocarlos en los ángulos correctos para componer paredes redondas, tal como hacen los adultos, sus pérgolas acaban siendo una chapuza. «A ello se suma que las aves más jóvenes utilizan palitos demasiado gruesos», apunta Jason Keagy, lo cual les dificulta edificar una pérgola acogedora y ordenada.⁴³ «Y otra cosa curiosa —añade Keagy—: las aves jóvenes trabajan juntas en una misma pérgola “de práctica”, aunque no de manera colaborativa, de tal modo que un macho añadirá los palos, otro vendrá y destruirá lo que ya está construido para volver a comenzar de cero, luego otro entrará de un brinco y añadirá unos cuantos palos más, etcétera.»

Los pergoleros jóvenes van perfeccionando sus habilidades con el paso del tiempo, principalmente emulando a los pergoleros de más edad. Visitan las pérgolas de otros machos y, en ocasiones, «echan una mano» construyendo sobre una pérgola ya existente o añadiendo uno o dos palitos a las paredes. También pintan en pérgolas que pertenecen a otros machos. (La pintura de la pérgola desempeña un papel importante en la seducción. Cuando los experimentadores eliminaron la pintura de las pérgolas de algunos machos, pocas hembras regresaron a ellas para una segunda ronda de cortejos y cópulas.)⁴⁴

Los ejemplares jóvenes también observan a los mayores en busca de pistas para sus exhibiciones. Para ello se requiere entender bien el juego de roles. Cuando un macho joven visita la pérgola de un macho maduro, suele

desempeñar el papel de la hembra mientras observa atentamente al pájaro de mayor edad. Tal vez esté un poco más inquieto que la hembra, pero el otro pájaro tolera su presencia porque también el mentor obtiene beneficios de ensayar ante público en directo. «Se trata de una situación en la que ambos salen ganando —explica Borgia—; de otro modo, le aseguro que no sucedería.»

Piense en ello. Para poder aparearse, un pergolero satinado macho debe ser artístico, inteligente, sensible, atlético, mañoso y espabilado aprendiendo. Una hembra selectiva, por su parte, debe tener una capacidad cerebral considerable para evaluar todas estas cualidades.⁴⁵ Tal como observa Jason Keagy, escoger pareja es un proceso cognitivo exigente. Implica ir descartando candidatos durante toda la temporada de apareamiento, visitar las pérgolas de los machos para los primeros cortejos y regresar para nuevos cortejos antes de finalmente decidirse a copular con un macho concreto.⁴⁶ Una hembra debe localizar las pérgolas de los machos, que a menudo están muy ocultas bajo matorrales y a unos cuantos kilómetros de distancia, lo cual exige manejar una especie de mapa mental, y debe recordarlas de temporada en temporada. También debe evaluar las habilidades de construcción y contar los elementos decorativos o, como mínimo, calcular aproximadamente su cifra. Y debe catar la pintura de esa franja a la altura del pecho que forra el interior de la pérgola, posiblemente una señal quimiosensorial que utiliza para evaluar a un macho como pareja potencial. Debe juzgar la exhibición del macho, escuchar la precisión de las imitaciones y calibrar el vigor y la destreza que éste despliega con las patas, así como la intensidad y la fuerza de su actuación, y todo ello mientras maneja su miedo a ser atacada.

Debe realizarlo todo muy rápidamente; no puede demorarse todo el día. Luego debe comparar a cada candidato con los otros machos disponibles, además de tener en cuenta sus elecciones pasadas y el resultado que dieron.⁴⁷

«Se parece mucho a buscar candidatos para un empleo —explica Gail Patricelli—. Primero se comprueba el currículum, luego se realiza una entrevista corta y, posteriormente, una más larga. Los modelos del mundo de la economía relacionados con la búsqueda de buenos candidatos para un empleo (denominados el «problema de la secretaria» por los economistas —obviamente hombres— que los crearon) permiten predecir con atino el

comportamiento de las hembras de los pergoleros.»⁴⁸ Cada vez que una hembra encuentra a un nuevo macho, debe compararlo con la memoria de los machos que ha encontrado previamente y, en caso de resultar favorable el cotejo, lo más probable es que se incline por la novedad.

Pero ¿por qué es tan selectiva? ¿Por qué se preocupa en buscar un macho al que se le dé bien aprender, decorar, imitar, bailar y resolver problemas?

Una explicación posible es que las hembras pueden utilizar la pérgola del macho tal como las hembras de los pájaros cantores emplean sus trinos: con el fin de evaluar su aptitud genética general, incluida su capacidad cognitiva. Los múltiples rasgos de exhibición codifican información que la hembra necesita saber acerca del macho para juzgar su adecuación como pareja, como por ejemplo: que procede de un buen huevo, que no tiene parásitos y que tiene energía, unas buenas habilidades motoras y capacidades cognitivas superiores.⁴⁹ De acuerdo con Keagy y Borgia, las hembras evalúan el valor de un macho como engendrador, y quizá especialmente su capacidad cognitiva, mediante el conjunto de su exhibición: pérgola, decoración, canto y baile. «Todos estos elementos de la presentación del macho parecen encerrar un elemento cognitivo», afirma Borgia. «Cada rasgo puede revelar a una hembra algo acerca del macho —añade Keagy—. Por ejemplo, el número de objetos de decoración azules indica su capacidad competitiva; el número de caparzones de caracol (que, al ser duraderos, se atesoran a lo largo de los años) ofrece información acerca de su edad y su capacidad de supervivencia; sus imitaciones dan pistas de su capacidad de aprendizaje y memoria, y la construcción de la pérgola revela su habilidad y su coordinación motriz.» Un rasgo por sí solo no es necesariamente una medida fiable. «De manera que una hembra los emplea todos en combinación para contar con un indicador más preciso de la calidad general del macho —explica Keagy—. Es una especie de test de inteligencia para la selección sexual de los machos que arroja una puntuación total, pero dividida en distintas categorías.» (Da la casualidad de que las investigaciones sugieren que las hembras humanas proceden del mismo

modo: evalúan la inteligencia del macho observando su comportamiento en tareas verbales y físicas, y resulta que los machos humanos inteligentes son más atractivos.)⁵⁰

«En la medida en la que estas cosas son importantes para las hembras, ella selecciona a los machos cognitivamente más capacitados —explica Borgia, tras lo cual alerta—: Ahora bien, se puede debatir en qué grado la cognición es algo que la hembra selecciona con un objetivo o si son los machos con mejor cognición los que ofrecen mejores actuaciones.»

En cualquier caso, una hembra de pergolero satinado inteligente parece buscar los machos que realizan las mejores exhibiciones. Quizá sea tan selectiva porque quiere que su prole herede rasgos de calidad como una buena salud, un sistema inmunitario robusto, vigor e inteligencia. Se lo denomina «modelo de buenos genes». Es una hipótesis.

Pero hay otra más radical. Las hembras de los pergoleros, de los pavos reales y de otras aves igual de exigentes podrían verse atraídas por las pérgolas y las demostraciones más deslumbrantes por el simple hecho de que son eso, deslumbrantes. Ésta era la teoría verdaderamente peligrosa de Charles Darwin, explica Richard Prum: que las plumas coloridas o las pérgolas bonitas pueden matar dos pájaros de un tiro.⁵¹ Por un lado, pueden anunciar cualidades deseables, como el vigor y la salud, mientras que, por el otro, éstas pueden ser cualidades «deseables en sí mismas, sin necesidad de encerrar ningún significado concreto acerca de la adecuación».

Tal como sugirió Ronald Fisher en su pionero modelo de la selección sexual, ciertos rasgos extravagantemente bellos, incluso cuando no son útiles, podrían haber evolucionado por la sencilla razón de que el sexo opuesto los prefería.⁵² Como bien destaca Prum, la idea de Darwin de que las hembras animales pudieran apreciar la belleza en sí misma se consideraba una osadía. Los machos podían haber desarrollado rasgos bellos de manera gradual, proponía Darwin, ya se tratara de espléndidas plumas, de un canto o de la capacidad de elaborar una pérgola, «en función de la preferencia de las hembras a lo largo de múltiples generaciones».⁵³ Las plumas de los pavos reales machos, por ejemplo, evolucionaron en paralelo al sentido estético de

la hembra, que aprecia sus gloriosos colores y motivos. En el caso del pergolero, la belleza de la pérgola está moldeada por la percepción de la hembra. Dicho de otro modo, su mente modula la exhibición masculina; ella es la arquitecta de la creación artística del pájaro macho y el cerebro necesario para ejecutarla, tal como la hembra del pájaro cantor es la arquitecta del elaborado trino del macho y de las sofisticadas redes neuronales que lo producen.

Y si la hembra del pergolero es en realidad la artista que, mediante selección a lo largo de múltiples generaciones, ayuda a crear estas fascinantes pérgolas, tiene sentido plantearse cómo percibe la belleza. ¿Tienen las hembras de los pergoleros un sentido estético? ¿Perciben la belleza igual que nosotros?

Shigeru Watanabe investiga la espinosa cuestión de cómo otro animal puede experimentar la estética en su laboratorio de la Universidad de Keio, en Japón. Hace unos años, Watanabe examinó la capacidad de las aves de discriminar entre pinturas humanas de distintos estilos; por ejemplo: las cubistas de los impresionistas.⁵⁴ En el primer estudio realizado sobre esta materia, adiestró a ocho palomas para que aprendieran a distinguir entre las obras de Picasso y las de Monet. Las palomas procedían de la Sociedad de Carreras de Palomas de Japón y las pinturas eran reproducciones de un libro de arte. Los experimentadores adiestraron a las palomas para detectar diez *picassos* y diez *monets* distintos recompensándolas con comida cuando picoteaban en la imagen correcta. A continuación, comprobaron si las aves eran capaces de diferenciar otros cuadros de estos artistas, cuadros que no habían visto durante su adiestramiento, así como lienzos de distintos artistas del mismo estilo. Las palomas no sólo fueron capaces de detectar un nuevo *monet* o un *picasso*, sino que también diferenciaron a otros impresionistas (Renoir, por ejemplo) de otros cubistas (como Braque). (Este trabajo preliminar mereció a los científicos un Premio Ig Nobel por «logros que primero hacen reír a las personas y luego las hacen reflexionar».)

Para averiguar si las aves eran capaces de realizar distinciones en función de conceptos humanos de belleza, Watanabe adiestró a unas palomas para distinguir entre pinturas «buenas» y «malas», así definidas por críticos

humanos.⁵⁵ Averiguó que, en efecto, las aves eran capaces de diferenciar lo bello de lo feo empleando pistas de color, patrón y textura.

Hasta aquí todo correcto, pero ¿prefieren las aves un estilo pictórico concreto? Para averiguarlo, el equipo de Watanabe creó una jaula rectangular diseñada a modo de sala de una galería de arte.⁵⁶ A lo largo de ese «vestíbulo» se colocaron pantallas que mostraban distintos estilos pictóricos: el estilo japonés tradicional del ukiyo-e, así como lienzos impresionistas y cubistas. Los científicos cronometraron cuánto tiempo permanecían posadas las aves ante cada clase de pintura. En esta ocasión, los críticos de arte fueron siete gorriones de Java. Cinco de los siete parecían preferir el cubismo al impresionismo y seis de los siete no mostraron una predilección clara entre las pinturas japonesas e impresionistas (quizá para desánimo de los investigadores japoneses). Con todo, éste fue el primer estudio que intentó demostrar que otros animales, además de los seres humanos, pueden sentir inclinación por unas u otras pinturas humanas.

Más recientemente, estudios de investigación han demostrado que diferenciar estilos pictóricos mediante el color, las pinceladas y otras pistas no es una capacidad exclusivamente humana. De hecho, los científicos han adiestrado a abejas melíferas para que diferencien un *picasso* de un *monet*.

Es fácil hacer mofa de ello. La idea de que las aves y las abejas jueguen a los favoritos con arte humano tiene mucha pinta de antropomorfismo. No obstante, el trabajo de Watanabe no gira tanto en averiguar si las aves prefieren a Braque o a Monet cuanto acerca de los poderes de la observación atenta y la discriminación del color, el patrón y el detalle.⁵⁷

Las aves son animales visuales. Adoptan decisiones rápidas basadas en información visual que recaban desde la altura. Si se muestra a unas palomas una secuencia fotográfica de un paisaje, son capaces de detectar ligeras diferencias visuales que a los humanos nos cuesta apreciar.⁵⁸ Además, son capaces de reconocer a otras aves sólo de vista.⁵⁹ Y lo mismo sucede con las gallinas. El mero hecho de que los potentes y minúsculos sistemas nerviosos centrales de las palomas y los pergoleros estén organizados de manera tan distinta al nuestro no implica que sean menos capaces de una percepción visual excepcional y de realizar discriminaciones sutiles.

Pensemos por ejemplo en el asunto de evaluar sutiles movimientos de danza: resulta que algunas aves hembras son magistrales en este aspecto. Así ocurre, por ejemplo, con el saltarín cuellidorado (*Manacus vitellinus*), un pájaro conocido por sus asombrosos despliegues acrobáticos de cortejo. En el caso de los saltarines, como en el de los pergoleros, las posibilidades de un macho de aparearse dependen de la evaluación que la hembra haga de su exhibición. Los saltarines machos interpretan una suerte de espectáculo con «brincos y chasquidos». La demostración comienza con un salto entre retoños. Entonces, a medio salto, el ave voltea las alas hacia arriba y emite un sonoro chasquido con ellas. Al tocar el suelo, rápidamente rota su cuerpo en una posición estatuaria con la barbilla en alto para mostrar su barba de color amarillo intenso o las plumas de su cuello. Se trata de un movimiento sumamente difícil, que requiere una coordinación neuromuscular exquisita y una gran resistencia. Sería equiparable a una gimnasta rítmica que clava un aterrizaje.

Como los pergoleros, sólo una reducida cantidad de machos saltarines cuellidorados se anotan la mayoría de los apareamientos. Con la esperanza de averiguar qué distingue a los ganadores, un equipo de investigadores utilizó recientemente cámaras de alta velocidad para grabar las exhibiciones de los saltarines machos en la naturaleza.⁶⁰ Descubrieron que las hembras prefieren a los machos que realizan los movimientos de danza a mayor velocidad. Ahora bien, la diferencia entre el *rond de jambe* con la barba en alto de uno y otro macho es cuestión de meros milisegundos. «Hasta ahora sólo los humanos habían demostrado una capacidad equiparable a la de las hembras de los saltarines de discriminar matices sutilísimos en los patrones motores coreografiados de los machos (las danzas)», sostienen los investigadores.

Yo creo que sabría distinguir a un buen bailarín de ballet de uno malo. Pero ¿sería capaz de diferenciar un *grand jeté* de 3,7 segundos de duración de uno de 3,8? De alguna manera, la hembra del saltarín cuellidorado registra estos flecos de diferencia temporal.

Cuando los científicos investigaron los cerebros tanto de machos como de hembras de la especie, descubrieron un circuito de control motor específico en los machos y un circuito de procesamiento visual específico en las hembras.⁶¹ Posteriores investigaciones en las varias especies de saltarines que

existen revelaron una estrecha correlación entre la complejidad de la exhibición de un saltarín macho y el peso de su cerebro.⁶² Al parecer, en las aves, la selección sexual de un comportamiento motor acrobático puede impulsar la evolución del tamaño del cerebro. «El cerebro del saltarín — escriben los científicos— se ha moldeado a lo largo de la evolución para sustentar tanto el rendimiento masculino como la evaluación femenina de la exhibición de cortejo.» Nuevas evidencias que apoyan la hipótesis del cerebro del apareamiento.

Por lo que respecta al arte o a las exhibiciones, las aves son capaces de realizar sutiles distinciones visuales, como nosotros. No obstante, los científicos se apresuran a destacar que debemos ser cautos al analizar este hecho a la luz del *Umwelt* del pájaro, es decir, de su mundo sensorial y cognitivo. Los animales contemplan el mundo con sistemas sensoriales distintos a los nuestros. El color, por ejemplo, no es una propiedad del mundo físico, sino la fabricación de aquello que el sistema visual oportuno sea capaz de procesar y analizar. Posiblemente las aves tengan un sistema visual más avanzado que ningún otro vertebrado, y una capacidad altamente desarrollada de diferenciar colores en un amplio espectro de longitudes de onda. Nosotros tenemos tres tipos de células como destinadas a la visión del color en la retina; las aves tienen cuatro. Algunas especies de aves son sensibles al extremo ultravioleta del espectro, que nosotros no vemos. Es más, en cada una de las células como de un pájaro hay una gota de aceite coloreada que potencia su capacidad de detectar matices entre colores similares.

«Desconocemos si existen diferencias en cómo procesa el cerebro del pergolero los colores —explica Gerald Borgia—. Nuestros experimentos en torno al uso del color en la decoración en el caso de los pergoleros satinados no han arrojado pruebas de que vean de un modo muy distinto al nuestro. Sin embargo, sí que hay tres especies (el pergolero grande, el moteado occidental y el moteado oriental) que podrían ver la parte ultravioleta del espectro.»⁶³ En otras palabras, lo que ve un pergolero en su configuración de objetos podría ser muy parecido a lo que vemos nosotros o bien podría resplandecer y centellear de modos que nos resultan inimaginables.

Con todo, algunas de las pistas que las aves utilizan para efectuar juicios visuales podrían entroncar en principios universales de belleza (o al menos de atractivo), como la simetría, el patrón y los colores contrastantes.⁶⁴ Experimentos realizados en la década de 1950, por ejemplo, demostraron que el cuervo americano y la grajilla occidental tienen una clara preferencia por los motivos simétricos y rectangulares.⁶⁵

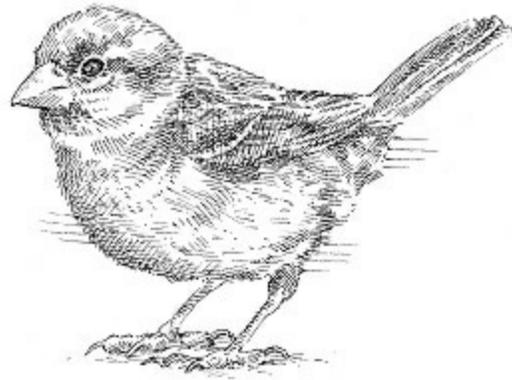
El Premio Nobel Karl von Frisch escribió en una ocasión: «Quienes consideran la vida en la Tierra el resultado de un largo proceso evolutivo siempre buscarán el inicio de los procesos de pensamiento y las sensaciones estéticas en los animales, y yo opino que pueden hallarse rastros clave en los pergoleros».⁶⁶ Dada la biología compartida de los sistemas nerviosos de las aves y los humanos, ¿no sería erróneo asumir que nuestro sentido estético y el suyo no tienen nada que ver?

Cuando le pregunté a Gerald Borgia si creía que los pergoleros podían tener un sentido estético, una apreciación especial de la belleza, me contestó que lo desconocía. «Con el paso del tiempo, los pájaros parecen ser capaces de configurarse una idea de qué aspecto debería presentar su muestra decorativa —me contestó—. Los más capacitados suelen ser los más viejos y, cuando aves más jóvenes invaden la pérgola, no aprecian lo que hay en ella.» Un buen ejemplo: después de que ese pergolero moteado oriental que recogía vitrales falleciera, otro pergolero moteado se apropió de su pérgola. «Pero el recién llegado se dedicó a apilar los cascotes —explica Borgia—. No parecía saber qué hacer con ellos.»

En cuanto a si esto indica un sentido estético en los machos de mayor edad, Borgia contesta: «Esa terminología me resulta resbaladiza, así que procuro evitarla. Sé lo que yo considero bello. Creo que los pergoleros son bellos, pero no sé si ése es el motivo por el que construyen así las pérgolas».

Es cierto. No tenemos ni la más remota idea de qué piensa un pergolero de su exposición. Pero sí que sabemos que no pierde el tiempo ni los papeles persiguiendo a las damas. En su lugar, reúne objetos azules de su mundo y los

expone. Diseña, construye, canta y baila. Y la hembra, con gran agudeza, juzga sus esfuerzos. ¿Inteligente, atento, creativo? Si a la hembra le gusta lo que ve, le ofrece su cuerpo. Así es la vida.





UNA MENTE CARTOGRÁFICA

Ingenio espacial (y temporal)

Imagine que se encuentra en algún lugar de Canadá, conduciendo hacia el sur, rumbo al más septentrional de los cuarenta y ocho estados de Estados Unidos. El otoño está ya muy avanzado y se dirige a una casita de campo en un clima cálido, a centenares de kilómetros de distancia por carretera. De repente, lo sacan de su coche, lo meten en un vehículo blindado y se lo llevan a un aeropuerto. Lo siguiente que sabe es que está atravesando por aire el país con los ojos vendados, sin tener ni idea de adónde se dirige. Tras varias horas de vuelo, aterriza y lo meten apresuradamente en otro vehículo blindado para llevarlo a una ubicación desconocida. Cuando al fin lo liberan, nada en el entorno le resulta ni vagamente familiar. No tiene acceso a un GPS, ni tampoco a un mapa, a un lugar emblemático o a una brújula. Pero aun así debe encontrar el camino de regreso a esa casita de campo a la cual se dirigía, aunque ahora se halle en algún lugar al otro lado del país, a miles de kilómetros de distancia.

¿Cómo se orientaría?

Eso es más o menos lo que le ocurrió a una bandada de gorriones de corona blanca no hace demasiado tiempo.¹ Estos pajarillos cantores con sus vistosas coronas a rayas blancas y negras, con sus apenas trece gramos de plumas y fortaleza, suelen migrar desde sus tierras de cría en Alaska y Canadá hasta sus lugares de invernada en el sur de California y México. Un día, cuando una bandada de gorriones pasaba por Seattle de camino hacia el sur, un equipo de investigación capturó a treinta de ellos, quince adultos y quince crías. Los metieron en jaulas y los llevaron volando en un pequeño avión al otro lado del país, desviándolos tres mil setecientos kilómetros de su ruta de

vuelo migratorio habitual, para liberarlos en Princeton, Nueva Jersey. Allí dejaron los pájaros en libertad para averiguar si eran capaces de encontrar la ruta de regreso a las tierras donde invernan. Al cabo de las pocas horas de liberarlos, los gorriones adultos se reorientaron, alzaron el vuelo y recorrieron en solitario el país, dirigiéndose directamente al sur de California y México. Incluso los adultos más jóvenes, que sólo habían realizado un viaje migratorio en sus breves vidas, se orientaron y se dirigieron a su hogar invernal.

Un gorrión de corona blanca puede tener el cerebro del tamaño de una nuez, pero tiene una capacidad de orientación muy superior a la de la mayoría de los humanos actuales. Todos tenemos mapas mentales, desde luego, creados mediante el aprendizaje de las relaciones entre puntos de referencia familiares, por ejemplo: qué lugar de la retícula urbana ocupa la oficina postal o una panadería concreta. Pero estamos hablando de otra cosa. Que un gorrión transportado allende su territorio conocido parezca saber exactamente cómo regresar a su ruta es uno de los aspectos más fascinantes de la mente aviar.

No se explica por una buena memoria. Y tampoco mediante teorías que se centran exclusivamente en el instinto, en la vista, en pistas magnéticas o en la sensibilidad al azimut del sol. Tal como escribe Julia Frankenstein, psicóloga del Centro de Ciencias Cognitivas de la Universidad de Friburgo: «Orientarse, saber qué posición ocupa uno y construir un mapa mental a partir de la experiencia es un proceso muy exigente».² Precisa habilidades cognitivas como la percepción, la atención, el cálculo de distancias, la aproximación de las relaciones espaciales y la toma de decisiones, todo ello trabajo muy duro, incluso para nuestros grandes cerebros mamíferos.

¿Cómo se las apañan las aves?

Antes se creía que se trataba de una capacidad innata en los pájaros, cuestión de instinto. Ahora sabemos que la orientación en las aves implica percepción, aprendizaje y, por encima de todo, una capacidad asombrosa para componerse un mapa mental, uno mucho más grande del que hayamos imaginado nunca y compuesto por una cartografía extraña y todavía misteriosa.

Gran parte de lo que sabemos acerca de cómo se orientan los pájaros lo hemos aprendido de una especie humilde, un pájaro que durante centenares de años ha estado sometido a una versión del experimento soportado por esos gorriones de corona blanca: las carreras de palomas mensajeras. En ocasiones apodadas «las carreras hípicas de los pobres», las carreras de palomas consisten en adiestrarlas primero liberándolas en diversas ubicaciones que nunca han visto situadas a una distancia creciente de sus palomares.³ Con el tiempo, puede confiarse en que las palomas regresen a ellos desde distancias de hasta mil quinientos kilómetros, volando en línea recta hacia su hogar a través de vastas extensiones de territorio desconocido a una velocidad media de unos ochenta kilómetros por hora. La mayoría regresa a casa, pero no todas.

Explicaré el caso de un palomo llamado *Whitetail* («Cola Blanca»).

Una mañana de abril de 2002, un adiestrador de palomas llamado Tom Roden vio una paloma macho con una cola de color pálido descender aleteando hasta aterrizar en su palomar en Hattersley, Hyde, cerca de Manchester, Inglaterra.⁴ El animal le resultaba ligeramente familiar. Roden, amante y corredor de palomas desde hacía largo tiempo, comprobó el anillo de registro de la pata del ave y descubrió que era su propia paloma de carreras, desaparecida cinco años atrás durante una carrera a través del canal de la Mancha.

La desaparición de *Whitetail* había sido un enigma. No se trataba de un ave normal; de hecho, era una campeona que se había impuesto en trece carreras y había atravesado el canal de la Mancha en quince ocasiones. No obstante, aquella tampoco había sido una carrera normal. Su fracaso catastrófico le mereció el apodo de la «Infausta Carrera de Palomas».

Se había celebrado en honor al centenario de la Royal Pigeon Racing Association.⁵ Una mañana de domingo de finales de junio de 1997, temprano, se liberaron más de sesenta mil palomas mensajeras en un campo cerca de Nantes, en el sur de Francia, con la intención de que volaran hasta sus palomares distribuidos por todo el sur de Inglaterra. A las seis y media de la mañana, el aire resonó con el aleteo de las palomas a medida que éstas alzaban el vuelo hacia el cielo para recorrer un éxodo con rumbo al norte de entre seiscientos cincuenta y ochocientos kilómetros. En torno a las once de la

mañana, la inmensa mayoría de aquellas corredoras con plumas había recorrido trescientos veinte kilómetros y se hallaba en los confines de Francia, desde donde se dispusieron a sobrevolar el canal de la Mancha.

Pero entonces sucedió algo.

A primera hora de la tarde, sus criadores en Inglaterra esperaban en sus palomares la llegada de las aves más rápidas. Sin embargo, a medida que transcurrían las horas sin que hubiera rastro de alas en el cielo, los deportistas, decepcionados, se rascaban la cabeza perplejos y consternados. Finalmente, llegaron rezagadas unas cuantas palomas, incluidas algunas de las concursantes de Roden, los ejemplares más lentos de su palomar. Pero *Whitetail* no regresó. El palomo campeón, junto con decenas de miles de otras palomas con experiencia, no volvió a su hogar aquel día. El motivo de su desaparición sigue siendo un misterio, si bien han aflorado algunas pistas (de las cuales me ocuparé más adelante).

Salto hacia delante de cinco años, hasta esa fría mañana de abril. Roden acababa de salir a pasear a su perro cuando divisó a *Whitetail*. «Me quedé atónito —explicó al *Manchester Evening News*—. Siempre dije que creía que *Whitetail* regresaría algún día..., pero incluso yo había abandonado toda esperanza de volver a verlo.»

* * *

La Infausta Carrera de Palomas fue célebre por su anomalía. Las palomas mensajeras que participan en carreras rara vez se extravían; la mayoría de ellas regresan a sus palomares, incluso cuando tienen que recorrer grandes distancias. Un buen ejemplo es *Red Whizzer Pensacola*, un bonito palomo ópalo rojizo moteado con patrón *checker* en la pechera y un ojo rojo que regresó a su hogar en Filadelfia tras recorrer mil quinientos kilómetros después de liberarlo en Pensacola, Florida. El *New York Times* informó de que era la distancia más larga jamás recorrida por una paloma mensajera tanto en Estados Unidos como en el extranjero.⁶ El ave ganadora recibió un anillo de oro para la pata con su palomar y número de registro grabados y abandonó su deber como viajera.

Eso sucedió en 1885. Desde entonces, otras palomas mensajeras han repetido esta hazaña (y otras muy superiores) miles de veces, en carreras alrededor del mundo. En ocasiones se producen pérdidas calamitosas, denominadas «quiebras». Un año después del desastre del canal de la Mancha, por ejemplo, se liberaron tres mil seiscientas palomas mensajeras en carreras en Pensilvania y Nueva York y sólo varios centenares de ellas regresaron a sus palomares.⁷ Nadie sabe por qué.

¿Sorprende que las palomas de carreras ocasionalmente «sufran una desgracia», tal como lo expresa el experto en palomas de carreras Charles Walcott?⁸ ¿O maravilla aún más que normalmente encuentren el camino de regreso desde lugares en los que nunca han estado? Podría parecer obvio que un ave recordase la ruta realizada el día anterior hasta un campo lleno de larvas o el camino de regreso hasta la oquedad cálida y seca donde ha instalado su nido. Pero encontrar la ruta de vuelta desde centenares de kilómetros de distancia es otro asunto.

Incluso los viajes destacables de las palomas mensajeras palidecen en comparación con los asombrosos viajes de las aves migratorias de larga distancia, iluminados en los últimos tiempos por las nuevas tecnologías. Aves portadoras de diminutas mochilas geolocalizadoras han revelado los detalles de sus migraciones maratonianas. La minúscula reinita estriada, un pájaro de los bosques boreales, deja Nueva Inglaterra y el este de Canadá cada otoño y migra a Sudamérica, sobrevolando sin parar el Atlántico hasta llegar a su destino en Puerto Rico, Cuba y las Antillas Mayores, un vuelo de hasta dos mil setecientos kilómetros que realiza en sólo dos o tres días.⁹ El charrán ártico, un ave que vive por su pasión a las horas de luz natural dilatadas y su predilección por el kilometraje a gran altura, rodea el mundo en órbita con las estaciones, volando desde sus zonas de anidación en Groenlandia e Islandia hasta sus tierras de invernada frente a la costa de la Antártida, un viaje circular de casi setenta y un mil kilómetros. En sus treinta años de media de vida, por ende, un charrán puede volar el equivalente a tres viajes de ida y vuelta a la Luna.

¿Cómo diantres consigue orientarse? ¿Cómo sabe el playero rojizo que descansa en Cape May, Nueva Jersey, en su emigración primaveral hacia el norte procedente de Tierra del Fuego, cómo localizar las tierras de anidación

del año anterior en el lejano Ártico? ¿Cómo puede un abejaruco europeo que viaja hacia el sur desde su estación estival en un campo agrícola en España hallar una ruta por encima del Sáhara hasta su zona familiar en la selva del oeste de África? ¿Cómo se orientan hacia su hogar un zarapito del Pacífico o una pardela sombría por encima de una inmensa extensión de mar sin ninguna característica visible?

En tanto que persona que se pierde fácilmente en un trocito de bosque, me fascinan las capacidades de las aves para orientarse. ¿Cómo pueden conseguir una hazaña que pocos humanos son capaces de llevar a cabo incluso con la ayuda de una brújula?

La paloma bravía, *Columba livia*, es un ave indicada para estudiar tales cuestiones. Las palomas tienen mala fama, las llamamos pájaros de cloaca, ratas con alas... y las vemos picoteando las migas de pan que caen bajo los bancos de los parques o rebuscando en los vertederos de nuestras ciudades. Algunos las consideran igual de tontas que los dodos (un pariente cercano, de hecho).

Es cierto que el cerebro anterior de una paloma sólo tiene la mitad de la densidad neuronal que el de un cuervo americano.¹⁰ Y también lo es que las palomas creerán que un huevo o un pichón es suyo con sólo tenerlo debajo. O que son capaces de matar de un pisotón a sus crías sin darse cuenta o incluso empujarlas fuera del nido.¹¹ (Aunque, según señala un experto en palomas, «los pichones son tan pequeños y los pies de las palomas comparativamente tan grandes que lo sorprendente es que no mueran más crías pisoteadas».)¹² Además, las palomas son pésimas construyendo nidos, pues transportan una única ramita o una cucharilla de café desechable en cada viaje, mientras que los gorriones son capaces de transportar dos o tres. Y si un trozo de material para hacer el nido se les cae en el aire, el gorrión descenderá en picado a atraparlo, mientras que la paloma lo dejará caer y no conseguirá recuperarlo.¹³

De manera que, medidas por ciertos baremos, en efecto pueden parecer cortas de luces. Pero lo cierto es que son más listas de lo que tal vez imagina. Se les dan bien los números, por ejemplo, puesto que no sólo son capaces de contar (cosa que, en efecto, muchos animales son capaces de hacer, incluidas

las abejas), sino que además comprenden la aritmética de la pérdida y la ganancia y asimilan reglas abstractas acerca de los números, capacidades equiparables a las de los primates.¹⁴ A título de ejemplo, son capaces de colocar imágenes con entre uno y nueve objetos en el orden correcto de menor a mayor. Y también son capaces de determinar la probabilidad relativa.

De hecho, las palomas son mejores que la mayoría de las personas, e incluso mejores que algunos matemáticos, resolviendo ciertos problemas estadísticos, como el problema de Monty Hall, por ejemplo, así bautizado en honor al presentador de un viejo concurso televisivo estadounidense llamado *Let's Make a Deal* («Hagamos un trato»). En el concurso original, un concursante intentaba adivinar cuál de tres puertas (mostradas por la «adorable Carol Merrill») ocultaba un gran premio, por ejemplo un coche. Las otras dos puertas ocultaban un premio consuelo, como por ejemplo una cabra. Después de que el jugador escogiera una puerta, se abría una de las dos restantes, tras la cual no había ningún premio. Entonces se ofrecía al concursante la opción de mantenerse en su elección inicial o cambiarla por la otra puerta sin abrir.

En una versión de laboratorio del juego, las palomas resuelven el rompecabezas con atino, escogiendo la «puerta» correcta con más frecuencia que los humanos.¹⁵ La mayoría de los jugadores humanos optan por permanecer fieles a su primera opción pese al hecho de que cambiar de puerta duplicaría sus posibilidades de ganar. En cambio, las palomas aprenden de la experiencia y se arriesgan a modificar su elección.

El puzle parece desafiar la lógica. Se diría que con dos puertas por abrir, las posibilidades de que el premio se encuentre tras una de ellas son del cincuenta por ciento. Pero, en realidad, cambiar de puerta aumenta a un sesenta y seis por ciento las posibilidades de ganar. He aquí el porqué: la probabilidad de escoger la puerta correcta inicialmente es de una entre tres. De manera que había dos de tres oportunidades de elegir la puerta equivocada. Cuando Monty abría la puerta con la cabra, esas probabilidades se mantenían. (Monty siempre sabía dónde estaba el coche y nunca abría esa puerta.) Esto implica que la otra puerta tenía dos tercios de posibilidades de ser la correcta. Lo sé. A mí también me cuesta entenderlo aún. Y también les cuesta a los matemáticos. (Cuando el problema de Monty Hall apareció en la columna

«Pregúntale a Marilyn» de la revista *Parade*, junto con la solución correcta, Marilyn vos Savant recibió más de nueve mil cartas en desacuerdo con su solución, muchas de ellas remitidas por matemáticos universitarios.)¹⁶ Sin embargo, al parecer, las palomas lo entienden. En un principio, eligen al azar, pero al final aprenden a cambiar de puerta.¹⁷ Su planteamiento fructífero del problema exige la aplicación de la probabilidad empírica, es decir, observar los resultados de numerosas pruebas y ajustar en consecuencia el comportamiento propio para obtener una recompensa.¹⁸ Con mucha frecuencia, las palomas adoptan estrategias óptimas en este sentido, maximizando sus posibilidades de ganar, mientras que los humanos no consiguen hacerlo, ni siquiera tras mucho entrenamiento.

A las palomas también se les da bien hacer distinciones entre conjuntos de objetos idénticos o no, una habilidad que el psicólogo estadounidense William James denominó en su día «la verdadera columna vertebral de nuestro pensamiento».¹⁹ Desde luego, no son los campeones en esta habilidad. Ese honor podría pertenecer a *Alex*, el loro gris africano que Irene Pepperberg estudió tan talentosamente antes de que falleciera en 2007. *Alex* no sólo era capaz de distinguir casi a la perfección cuándo dos objetos eran idénticos o distintos con relación al color, la forma y el material, sino que además decía «ninguna» si no había similitudes o diferencias entre ellos.²⁰ Asimismo, era capaz de categorizar más de cien objetos basándose en estas características.

Aun así, las palomas sobresalen distinguiendo estímulos visuales arbitrarios, como las letras del alfabeto y, por lo que sabemos, las pinturas de Van Gogh, Monet, Picasso y Chagall.²¹ Diferencian entre fotografías que contienen seres humanos (tanto si están desnudos como vestidos) y otras que no.²² Y se les da de fábula reconocer la identidad de un rostro humano e incluso interpretar su expresión emocional.²³ Son capaces de aprender y recordar más de mil imágenes y almacenarlas en la memoria a largo plazo al menos durante un año.²⁴

Y en lo que nos concierne: son mucho mejores que nosotros orientándose en el mundo, sin utilizar la tecnología. Precisamente ello las ha llevado a convertirse en «ratas de laboratorio con alas», sometidas a espinosos estudios de investigación que intentan desvelar el misterio de cómo funciona la navegación de los pájaros.

Últimamente he estado reflexionando sobre las palomas que vuelan en bandadas como monjes con capucha o turistas sobre los ladrillos de nuestros espacios públicos en los centros urbanos. Cuanto más veo a estas aves, más me gustan. Pueden ser tímidas y mostrarse nerviosas ante la novedad. Pero también son combativas, y adaptables. De cerca, el pelaje de su buche es iridiscente y muestra los colores del arcoíris.

Gracias a su cría desde tiempos ancestrales, existen docenas de variedades de palomas.²⁵ Las hay sofisticadas, como las volteadoras de pico corto, las capuchinas, las monjas, las colipavas y las dragón, que se crían por su aspecto, para exposición, en ocasiones con un efecto extravagante. (Las buchonas, por ejemplo, se han descrito con acierto como un guante con una pelota de tenis dentro.)

Las palomas mensajeras se crían para hacer de mensajeras y para competir en carreras. Las palomas salvajes típicas que vemos en las ciudades estadounidenses descienden de palomas mensajeras inmigrantes y domesticadas que llegaron al país en los barcos de los colonos europeos a principios del siglo XVII y escaparon, las primeras aves exóticas que arribaron a orillas de Estados Unidos.

Las urbanitas que veo caminan mucho, balanceando sus pequeños y regordetes cuerpos adelante y atrás como patos y en ocasiones irguiendo la cabeza y pavoneándose con pasos muy nítidos, como de marcha soldadesca. Parecen recelar de posarse en los árboles y, en su lugar, adornan el tendido de cables de telefonía con sus cuerpos rechonchos o se meten en grietas y recovecos arquitectónicos, en capiteles, contrafuertes, vigas, ménsulas y volutas de puentes y edificios urbanos, con sus colas aplastadas en vertical contra la pared. Esta inclinación por los salientes estrechos siempre me ha sorprendido como una predilección curiosa... e incómoda.

¿Por qué la paloma común evita posarse en las ramas altas de los árboles y, en su lugar, prefiere los salientes estrechos? Porque desciende, como todas las paloma bravías, de la paloma bravía silvestre, un ave que anida en los acantilados litorales y las islas rocosas del Mediterráneo. Las palomas bravías buscan semillas para alimentarse en los campos cercanos y luego

regresan a casa con comida para sus pichones. Probablemente fuera en este contexto en el que evolucionó la capacidad natural de las palomas para orientarse hasta sus hogares.

* * *

Los humanos han aprovechado el instinto de la migración de vuelta de las palomas al menos durante los últimos ocho mil años. Así lo establece la biblia de la literatura sobre palomas, *The Pigeon*, publicada originalmente en 1941 por Wendell Mitchell Levi, un criador de palomas, científico y el primer lugarteniente al mando de la sección de palomas del Cuerpo de Señales del Ejército de Estados Unidos durante la primera guerra mundial.²⁶

«Allá donde ha florecido la civilización, ha prosperado la paloma — escribe Levi—, y cuanto más elevada la civilización, normalmente en más estima se tiene a la paloma.»²⁷

A lo largo de los siglos se han utilizado palomas como mensajeras y espías. Los antiguos romanos las usaban para anunciar victorias en el Coliseo, los navegantes fenicios y egipcios para comunicar la llegada de barcos, los pescadores para proclamar sus capturas y los contrabandistas para enviar notificaciones entre los barcos y las bases terrestres durante la Prohibición. Se dice que el banco de Rothschild recibió pronta noticia de la derrota de Napoleón en Waterloo mediante una paloma mensajera y modificó sus inversiones. Mediado el siglo XIX, Paul Julius Reuter lanzó su servicio de noticias con puestos de palomas que transportaban los precios de los valores bursátiles entre Aquisgrán y Bruselas. Y a principios del siglo XX, las palomas transportaban mensajes de llegada a buen puerto o peligros enviados desde los barcos que salvaban el trayecto entre La Habana y Cayo Hueso, Florida.

Durante ambas guerras mundiales se emplearon palomas para la transmisión rápida de información obtenida mediante espionaje. Se enrollaba a las patas de las palomas documentos cifrados y se las enviaba a través de las líneas enemigas para transmitir noticias de movimientos de tropas o para comunicarse con los miembros de la resistencia en los países ocupados. Estas espías aladas recibían nombres como *Burladora*, *Espina*, *Constante*, *La Dama del Coronel* y *Cher Ami*.²⁸ El palomo *Cher Ami*, según Levi, completó su misión «pese a la rotura de una pata y del esternón que sufrió en el

camino». También hubo un palomo llamado *Presidente Wilson* que perdió la pata izquierda durante la Gran Guerra.²⁹ Y *Winkie de Escocia*, que se estrelló con la tripulación de su bombardero en el mar del Norte.³⁰ *Winkie* fue liberado de entre los restos del avión y, en un abrir y cerrar de ojos, voló los casi doscientos kilómetros que lo separaban de su palomar en Dundee, donde alertó a la base aérea, que envió un avión de rescate para salvar a la tripulación del cazabombardero caído.

En el punto álgido de la segunda guerra mundial, el Servicio de Palomas de Estados Unidos poseía unos cincuenta y cuatro mil ejemplares.³¹ «Las criamos por su inteligencia y aguante —explicaba un criador—. Lo que queremos es un ave que regrese, una que no se aturulle, un pájaro lo bastante inteligente como para ser autosuficiente. De vez en cuando nos llega alguna boba, claro está. Es fácil detectarlas. Ni siquiera saben regresar al palomar o se limitan a sentarse en una esquina enfurruñadas.» Sin embargo, añadió, «la mayoría de las palomas son inteligentes, muy inteligentes».

Entre las más célebres de estas mensajeras con alas se contaba *G. I. Joe*.³² Enviada por los británicos para abortar un bombardeo planificado de una ciudad retenida por los alemanes porque una brigada de en torno a mil soldados ingleses ya la estaba ocupando, *G. I. Joe* realizó un vuelo de treinta kilómetros en sólo veinte minutos y detuvo a los bombarderos justo cuando estaban calentando motores para despegar. Y también estuvo *Julio César*, un palomo con estampado *checker* azul al que arrojaron en paracaídas fuera de Roma y liberaron en el sur de Italia, desde donde tomó una ruta meridional hasta su palomar en Túnez portando información vital para la campaña en África del Norte. Y *Jungle Joe*, un valiente palomo bronceado de cuatro meses de edad que voló trescientos sesenta kilómetros en contra de fuertes corrientes de viento y sobrevoló algunas de las montañas más altas de Asia para enviar un mensaje que condujo a la captura de grandes regiones de Birmania por parte de las tropas aliadas.

En Cuba, el funcionariado aún utiliza palomas para transmitir los resultados de las elecciones desde las zonas montañosas remotas y, últimamente, los chinos han organizado una flota de diez mil palomas mensajeras para transmitir comunicaciones militares entre tropas estacionadas

a lo largo de sus fronteras, por si se producen «interferencias electromagnéticas o un colapso en nuestras señales», según explica el oficial al mando de este ejército con alas.³³

«Con frecuencia se afirma que la paloma mensajera halla su camino sin recurrir a la inteligencia ni a la observación, con la mera ayuda de un instinto incomprensible —escribió Charles Dickens en 1850—. Pero, en función de mis propias observaciones [...], estoy convencido de que es un error.»³⁴

Darwin, contemporáneo de Dickens, sugirió que, de alguna manera, las palomas registraban la ruta serpenteante de su viaje de ida y luego utilizaban dicha información para determinar la ruta de regreso. Ahora sabemos que no es así: incluso las palomas que han recorrido una ruta enrevesada dentro de tambores que rotaban en un vehículo sellado son capaces de averiguar el trayecto de regreso a casa tras ser liberadas en un lugar que desconocen, y no lo hacen rehaciendo una ruta, sino mediante vuelos más o menos directos.³⁵

Regresar a una ubicación conocida sobrevolando un terreno familiar es una cosa. La verdadera orientación es otra muy distinta.³⁶ Se trata de la capacidad de elegir la dirección correcta hasta un destino desde un lugar con el que no se está familiarizado empleando sólo pistas presentes localmente, en lugar de las conseguidas por haber recorrido esa ruta con anterioridad. Los humanos confiamos en la tecnología para hacerlo: los GPS y las aplicaciones informáticas de mapas nos indican exactamente en qué punto de la Tierra estamos y cómo llegar desde allí adonde deseamos ir. Todo apunta a que las aves poseen sus propios sistemas de posicionamiento internos, que, al igual que el GPS, deben de ser mundiales.

Para averiguar si las aves se orientan realmente, equipos de científicos las meten en barcos, aviones y automóviles (como en el caso de aquellos gorriones hechos rehenes) y las transportan a un lugar remoto y desconocido sin pista alguna acerca de la distancia o la dirección. Luego liberan a las aves y observan cómo se reorientan. Se denomina «estudio de desplazamiento» y es una herramienta muy potente para investigar la auténtica navegación.

Los científicos sospechan que las palomas y otras aves se orientan utilizando una estrategia de «mapa y brújula» de dos pasos. En primer lugar, determinan dónde se encuentran en el punto de la liberación y qué camino deben tomar para regresar a su hogar. (Éste es el paso del mapa: en términos humanos, es el sistema de coordenadas espaciales que indica «Estoy al sur de casa, de manera que debo viajar al norte».) A continuación, utilizan puntos de referencia o pistas direccionales del cielo o el medio ambiente como brújula para tomar el buen camino. El sistema en su conjunto, incluyendo tanto el mapa como la brújula, parece consistir en múltiples elementos que implican distintos tipos de información: sol, estrellas, campos magnéticos, accidentes geográficos, vientos y clima.

La parte de la brújula se entiende bastante bien, debido en gran medida a los miles de estudios realizados privando a aves (a menudo palomas) de un sentido u otro, desplazándolas y luego observando si se extravían o no.

Las palomas, como los humanos, son animales visuales. Sorprendería que no utilizaran ese bosquecillo de robles nudosos, ese meandro con forma de yugo en un río, ese seto vivo o ese extraño rascacielos triangular para regresar a sus palomares. Y resulta que es justo lo que hacen, al menos en el último tramo de su viaje.

El sol también ayuda. Como las abejas, las palomas utilizan el sol a modo de brújula merced a un pequeño y preciso reloj interno que poseen todas las aves. Dicho reloj interno les da un sentido del tiempo, de manera que en cualquier momento del día saben dónde debería encontrarse el sol. Sin embargo, para utilizar el sol como brújula para orientarse, una paloma joven tiene que aprender su recorrido. Lo hace observando el arco del sol en distintos momentos del día, aprendiendo la velocidad a la que se desplaza (unos quince grados por hora) e interiorizando una representación de dicha trayectoria. Si se expone al sol sólo por la mañana, no es capaz de emplearlo para orientarse por la tarde. Calibra su brújula solar a diario, tal vez usando la luz polarizada visible cerca del horizonte a la hora del crepúsculo. Una vez domina este uso de la luz solar, lo utiliza de manera prioritaria, por delante de cualquier otra pista. Incluso en un radio de unos tres kilómetros desde su hogar, no se guiará por los puntos de referencia familiares, sino por su brújula solar.

Pero lo verdaderamente asombroso es lo siguiente: incluso las palomas cuya visión se enmascara con lentes esmeriladas son capaces de orientarse en el trayecto de regreso hasta su palomar. Según Charles Walcott, profesor emérito en ornitología de la Cornell University, cuando las aves con lentes esmeriladas se acercan a su palomar, llegan a alta altura y descienden «como si de un helicóptero se tratara».³⁷ Es otra cosa lo que las guía.

Hace más de cuarenta años, William Keeton, también de la Cornell University, demostró que en los días de cielos muy nublados, las palomas equipadas con barras magnéticas también se desorientan y regresan a sus hogares más lentamente que las que sirven de control.³⁸ (En caso de que crea que eso puede deberse a que todos avanzamos con dificultad con una haltera adosada a la espalda, aclararé que las palomas que servían de control también llevaban barras de latón adheridas, si bien éstas no eran magnéticas.)

La Tierra es como un imán gigante: de sus polos emanan líneas de fuerza magnéticas, o líneas de campo, que se debilitan y aplanan a medida que se aproximan al ecuador. Las aves parecen ser capaces de detectar incluso los cambios más nimios en la inclinación —ángulo vertical— del campo magnético y tal vez los utilicen para determinar la latitud en la que se encuentran.

La primera pista de que los campos magnéticos podrían guiar a las aves en sus viajes se obtuvo de experimentos realizados en la década de 1960 con petirrojos europeos enjaulados.³⁹ Se mantuvo a las aves en salas aisladas de toda pista ambiental exterior. Normalmente, los petirrojos europeos migran hacia el sur desde la Europa del norte hasta la Europa meridional y África. Durante su período de inquietud migratoria, denominado *Zugunruhe*, las aves cautivas, cuyo corazón se aceleraba como si estuvieran tomando fuerza para volar, parecían querer escapar constantemente hacia el sur, pese a que carecían de pistas de dónde se hallaba éste. Cuando los científicos envolvieron sus jaulas con bobinas electromagnéticas, los pájaros se sintieron confusos y cambiaron la dirección de sus saltos y aleteos.

Muchos animales, desde las abejas hasta las ballenas, perciben los campos magnéticos y los utilizan para orientarse. No obstante, todavía no estamos seguros de qué animales notan estos campos. Detectarlos con instrumentos electrónicos sensibles es una cosa, pero «notar campos magnéticos tan débiles como los de la Tierra no resulta fácil empleando sólo materiales biológicos», afirma Henrik Mouritsen, un biólogo que estudia los mecanismos subyacentes a la orientación animal en la Universidad de Oldemburgo, en Alemania.⁴⁰ Las aves no poseen un órgano sensorial evidente dedicado a esta labor. Sin embargo, puesto que el campo puede penetrar los tejidos, los sensores bien podrían estar ocultos en las profundidades de sus cuerpos.

Una hipótesis sostiene que las aves «ven» los campos magnéticos gracias a unas moléculas especiales que tienen en la retina y que activan determinadas longitudes de onda lumínicas.⁴¹ Las señales magnéticas parecen afectar a las reacciones químicas de estas moléculas, ya sea acelerándolas o ralentizándolas, en función de la dirección del campo magnético. En respuesta, los nervios retinales disparan señales a las zonas visuales del cerebro del ave, haciendo que sea consciente de la dirección del campo. Todo esto sucede a nivel subatómico e implica la rotación de electrones, lo cual sugiere algo extraordinario: que las aves podrían ser capaces de notar efectos cuánticos. En esta percepción parece participar una región del cerebro anterior relacionada con los ojos y conocida como «clúster N».⁴² Si el clúster N está dañado, a las aves les resulta imposible ubicar el norte.

¿Qué ven realmente? Es difícil saberlo. Quizá un patrón fantasmal de puntos, o de luces y sombras, que permanece inamovible mientras el ave gira la cabeza a uno y otro lado.

Una segunda teoría sugiere que podrían tener alojado un sensor magnético compuesto de cristales diminutos de óxido de hierro, una especie de aguja de brújula, en algún punto del cuerpo. Este sensor detectaría los gradientes de un campo magnético y los traduciría en impulsos neuronales.

No hace demasiado tiempo, los científicos creyeron haber encontrado estos sensores magnéticos en los picos de las palomas, específicamente en seis clústeres de células ricas en hierro que hallaron en la cavidad nasal de la parte superior del pico de las aves.⁴³ Sin embargo, cuando ahondaron en sus

investigaciones y examinaron más de doscientas cincuenta mil muestras de tejido de los picos de casi doscientas palomas, detectaron que algo no cuadraba.⁴⁴ El número de células con hierro variaba enormemente entre las distintas aves. Una paloma tenía sólo doscientas; otra, más de cien mil, y otra, con una infección en el pico, tenía decenas de miles situadas en un punto en plena infección. Al parecer, tales células ferrosas no son células sensoriales, sino glóbulos blancos llamados macrófagos, que simplemente reciclan el hierro de los glóbulos rojos que envuelven.

¿Y ahí acaba todo? No exactamente. Nuevas pruebas apuntan a que unos magnetorreceptores situados en algún punto de la parte superior del pico, cerca de la piel, participan en el registro de la intensidad magnética, que varía con la latitud.⁴⁵ Seccionar el nervio que une el pico de un ave con su cerebro sabotea su capacidad de determinar su posición.⁴⁶ Sin embargo, qué es exactamente lo que detecta el magnetismo —y en qué punto del pico se encuentra— sigue siendo un misterio.

Para sembrar aún más confusión, recientemente se descubrió otro nicho posible de magnetorreceptores: en esta ocasión, en forma de bolitas minúsculas de hierro halladas en el interior de las células capilares, neuronas sensoriales dentro del oído interno del ave, lo cual podría sugerir que los pájaros «oyen» los campos magnéticos.⁴⁷ No obstante, la supresión del oído interno en las palomas mensajeras no repercute en su capacidad de regresar a su palomar.⁴⁸

Al margen de dónde se ubique este sensor, parece ser extraordinariamente sensible. En 2014, Mouritsen y su equipo informaron en *Nature* de que incluso un «ruido» electromagnético sumamente débil generado por dispositivos electrónicos humanos en entornos urbanos podía alterar las brújulas magnéticas de los petirrojos europeos en ruta migratoria.⁴⁹ Y no me refiero a torres de comunicaciones ni a líneas de transmisión de alto voltaje, sino más bien al zumbido de fondo de cualquier electrodoméstico. Tal noticia causó una cierta conmoción en la comunidad científica. De ser cierta, esta especie de «electrosmog», como se lo conoce, podría estar ocasionando a las aves problemas de orientación lo bastante graves como para repercutir en su supervivencia.

Durante largo tiempo, los científicos creyeron que la brújula magnética de un pájaro no era más que un sistema de refuerzo para los días nublados.⁵⁰ Nada más lejos de la realidad. Junto con la brújula solar, es un elemento esencial de su sistema de navegación. Así que quizá las aves alberguen distintos tipos de magnetorreceptores que trabajan en colaboración y les permiten percibir incluso las fluctuaciones más leves en los campos magnéticos. Por muy parsimoniosos que puedan ser los pájaros, en este aspecto son imbatibles: así por ejemplo, una paloma que sobrevuele el mar Mediterráneo en una noche sin luna podría hallar su camino hasta un palomar en el África del Norte.

Eso por lo que respecta a la pieza del puzzle que corresponde a la brújula. Para orientarse, un ave necesita algo similar a un mapa para determinar su posición al inicio de su viaje y dónde se encuentra ese lugar en relación con su destino para poder tomar la dirección correcta. ¿Cuentan las aves con algo así? ¿Poseen un mapa mental?

La idea se remonta a la década de 1940, cuando Edward Tolman, psicólogo de la Universidad de California, Berkeley, planteó por primera vez que los mamíferos podrían poseer un «mapa cognitivo» de su entorno espacial.⁵¹ Tolman observó que ratas introducidas en laberintos especiales eran capaces de descubrir rutas nuevas y más directas o atajos hasta destinos donde había una recompensa en forma de alimento. «Durante la fase de aprendizaje —explicó Tolman— se establece en el cerebro de la rata algo parecido a un mapa de campo del entorno», el cual indica las rutas, las sendas, los callejones sin salida y las relaciones ambientales, mapa que las ratas pueden utilizar más adelante. (Quienes se adentraron por la senda de la investigación del mapa cognitivo de Tolman recibieron el nombre de *tolmaníacos*.)⁵²

Tolman planteó que los humanos también construyen mapas cognitivos de esta índole y se atrevió a sugerir que dichos mapas nos ayudan a orientarnos no sólo en el espacio, sino también en las relaciones sociales y emocionales en «el gran laberinto creado por Dios que es el mundo humano».⁵³ Un mapa estrecho de miras podría llevar a la persona a subestimar a los demás y, al

final, «a un odio desesperado y peligroso hacia los extraños», cuya expresión podría incluir «desde la discriminación hacia las minorías hasta conflictos mundiales», escribió Tolman. ¿La solución? Crear mapas cognitivos más amplios en la mente que abarquen fronteras geográficas superiores y un espectro social más extenso y acojan a quienes podríamos considerar «el prójimo» para, de este modo, incentivar la empatía y la comprensión.

El descubrimiento de que las aves podían crear mapas mentales de su entorno físico, si no ya de sus entornos sociales y emocionales, se extrajo de someter a palomas al mismo tipo de pruebas en laberintos que las utilizadas por Tolman. Y resulta que, al igual que las ratas, las palomas poseen una memoria excelente para la información espacial; recuerdan los puntos de referencia que han visitado antes, la distancia a la que se encuentran y en qué dirección se hallan, y utilizan esta información para guiarse hasta nuevas ubicaciones.⁵⁴

Recibe el nombre de «navegación a pequeña escala» y a algunos pájaros se les da de fábula. Los campeones son los pájaros que «esparcen comida», como los cascanueces americanos y las charas californianas.⁵⁵ Estos miembros de la familia del cuervo americano dominan con maestría el juego de la memoria espacial a una escala colosal.

Los cascanueces americanos (*Nucifraga columbiana*), unos pájaros de color gris claro parecidos al cuervo americano con unas bellas alas negras, reciben el apodo de *ladrones de camping* por su costumbre de escamotear en las zonas de acampada.⁵⁶ Son oriundos de las Montañas Rocosas y otras regiones elevadas del Oeste norteamericano. Para sobrevivir a los crudos inviernos de la zona, un solo cascanueces reúne más de treinta mil piñones en un solo verano, transportando hasta cien de ellos de golpe en un gran «morril» especial que tiene bajo la lengua. Entierra los piñones en hasta cinco mil escondrijos distintos diseminados por un territorio de docenas o incluso centenares de metros cuadrados. Y más adelante encuentra sus tesoros esparcidos. Los cascanueces recuerdan las ubicaciones de sus botines individuales y van directamente a ellas sin malgastar demasiada energía comprobando otros lugares. Confían casi exclusivamente en la memoria para ubicar sus escondites personales y son capaces de recordar dónde se

encuentran durante nueve meses, pese a los cambios radicales de aspecto que el paisaje experimenta durante las distintas estaciones, provocados por la nieve, la caída de las hojas en el otoño o incluso los desprendimientos y corrimientos de rocas y tierra.

Un piñón es diminuto, como cada uno de los escondrijos. El ave escarba en busca de su tesoro con una pala pequeñita, su pico con forma de daga, y dar con su objetivo exige una precisión medida en milímetros. Incluso el error más leve a la hora de recordar la ubicación de un escondite podría impedir que lo encontrara. Siete de cada diez veces, el cascanueces americano acierta.⁵⁷ (Una estadística que baja los humos a alguien como yo, incapaz de recordar nunca dónde he dejado, por ejemplo, las llaves del coche o dónde he plantado las semillas de tomate.)

La cuestión es cómo encuentran las semillas después de esconderlas. No intervienen pistas olfativas. Una teoría sostiene que se crean un mapa mental de puntos de referencia altos y voluminosos, como árboles y rocas, los cuales no quedarán ocultos bajo la nieve.⁵⁸ Registran y recuerdan la ubicación de sus escondites en relación con dichos puntos de referencia, utilizando configuraciones y reglas geométricas, de distancia y dirección. Por ejemplo, podrían memorizar que un escondite se encuentra a medio camino entre dos puntos de referencia altos, o en un tercer punto de un triángulo creado entre esos dos puntos de referencia y la ubicación de destino. Imagine lo que supone recordar cinco mil puntos de estas características.

Las charas californianas, esos maestros de la prestidigitación social, no sólo recuerdan *dónde* han escondido sus botines (y quién las observaba), sino también *qué* guardaron en ellos y *cuándo*. Se trata de una información relevante porque no sólo ocultan frutos secos y semillas, sino también fruta, insectos y gusanos, alimentos que se pudren a distinta velocidad. Los insectos escondidos pueden echarse a perder en cuestión de días si las temperaturas son elevadas, mientras que los frutos secos y las semillas pueden durar varios meses. Una serie de experimentos creativos ideados por Nicola Clayton y su equipo de la Universidad de Cambridge demostraron que estas aves recuperan los alimentos más perecederos antes de que se pudran y dejan los que no

caducan, como los frutos secos y las semillas, para después.⁵⁹ Los grajos utilizan su experiencia de la velocidad a la que se degradan los alimentos para determinar su elección a la hora de recuperar la comida escondida. Recordar que los alimentos perecederos deben consumirse antes requiere memorizar las ubicaciones de los escondrijos, además de su contenido y la fecha en la que se escondieron. Se cree que esta capacidad para recordar el qué, el dónde y el cuándo de eventos pasados es similar a la memoria episódica humana, esa habilidad destacable de rememorar experiencias personales específicas. Como nosotros, las aves parecen utilizar eventos ocurridos en el pasado (qué enterraron y cuándo) para determinar cómo proceder en el presente o en el futuro (escarbar ahora o guardar para más tarde).⁶⁰

Clayton y su equipo han completado estos experimentos con otros que sugieren claramente que las charas californianas también parecen capaces de cierto grado de planificación, o al menos de premeditación, el cual les proporciona flexibilidad para actuar en el presente con vistas a multiplicar sus posibilidades de supervivencia futuras.

Para averiguar si las charas californianas planifican el futuro, Clayton y sus colegas enjaularon a ocho en grandes jaulas con acceso a dos compartimentos distintos.⁶¹ El primer compartimento siempre contenía el desayuno, mientras que el segundo estaba vacío. Las aves pasaban sin comer toda la noche y, por la mañana, se las trasladaba a uno de los dos compartimentos. Al cabo de tres mañanas de exposición a cada uno de ellos, se les dio comida por la noche, piñones, y se les permitió comer hasta hartarse y luego guardar los que sobraran en el compartimento que quisieran. Escondieron los piñones en la estancia «sin desayuno», supuestamente en anticipación al hambre que pasarían allí la mañana siguiente.

A continuación, los investigadores añadieron un nuevo giro. Ofrecieron a las charas distintos alimentos en cada compartimento: cacahuets en uno y pienso para perros en el otro. En esta ocasión, cuando los pájaros escondieron el excedente, distribuyeron la comida de manera que en cada una de las estancias hubiera unas provisiones equivalentes.

En experimentos subsiguientes realizados con arrendajos, Clayton y su colega Lucy Cheke demostraron que estos pájaros almacenan los alimentos específicos que querrán comer en el futuro (el que no han comido

recientemente), al parecer en previsión de las necesidades imperiosas y desatendiendo sus deseos actuales. «La cuestión de si los arrendajos “preexperimentan” el futuro sigue en suspense —escriben las investigadoras—, pero nuestros resultados aportan pruebas consistentes de que actúan en función de un estado motivacional futuro distinto al actual, y de que lo hacen de manera flexible.»⁶²

Este trabajo sugiere que algunas aves, al menos, parecen capaces de dos elementos clave de los viajes mentales en el tiempo: la capacidad de revisar el pasado (¿qué comí dónde?) y la de anticipar el futuro (¿qué me apetecerá comer mañana y dónde debería guardar mi comida?), antaño considerados exclusivos de los humanos.

Pero regresemos a la genialidad espacial de las charas californianas. Aún hay más. Como ya sabemos, las charas californianas roban de los botines de otras charas. Cabe destacar que las charas que se dedican a esconder alimento son capaces de recuperar con igual precisión las provisiones que han sido trasladadas y las que no. Una chara ladrona, por su parte, aprovecha un sofisticado mapa mental propio. Se basa en la memoria espacial para localizar la comida que vio esconder a otra chara y es capaz de recordar el punto exacto pese a estar observándola desde cierta distancia, cosa que la obliga a rotar mentalmente la ubicación.⁶³

Los colibríes parecen poseer una genialidad parecida para la orientación a pequeña escala.

Cada primavera, mi amigo David White cuelga un comedero con néctar de una cuerda elástica con un gancho con forma de S en su patio en el centro de Virginia. Entre estaciones descuelga el comedero para que los mapaches no lleguen a él, pero deja la cuerda con el gancho para poderlo colgar fácilmente de nuevo en abril. En ocasiones se olvida de volver a instalar el comedero. Pero, para su deleite, los colibríes de garganta roja se lo recuerdan cuando aparecen por casa en torno al 13 de abril, un día o dos antes de que él vuelva a colgarlo, y se dedican a planear sobre el gancho en forma de S vacío. Los colibríes saben dónde estar... y cuándo.

He observado a estos nectarívoros pasar zumbando entre mis macetas del balcón en primavera, volando de flor en flor, ronroneando, como energía hecha visible, con las alas convertidas en una transparencia borrosa. El colibrí de garganta roja pesa unos tres gramos, menos que una moneda de diez céntimos de euro.

Los colibríes que vibran en su aleteo y pivotan alrededor de mis plantas no parecen zumban sobre la misma flor dos veces. ¿Significa ello que tienen un mapa mental de las flores que han vaciado recientemente y de las que aún contienen néctar? (O, en el caso de los colibríes de David, ¿recuerdan la ubicación de todos los comederos colgantes de un vecindario?)

Retener mentalmente el puñado de flores de mis macetas es una cosa. Recordar los miles de flores que componen un territorio típico para un colibrí es otra muy distinta. Pero tiene sentido que estos pajarillos dediquen su capacidad cerebral a este tipo de estrategias que les ahorran energías. Los colibríes llevan unas vidas con mucho desgaste energético. No sólo su veloz aleteo, de hasta setenta y cinco batidas de alas por segundo, consume calorías; también lo hacen sus persecuciones a alta velocidad de los rivales y sus vuelos con caídas en picado, meneos y zigzagueos de cortejo. Para alimentar sus derbis aéreos, deben cosechar centenares de flores al día y prefieren no malgastar ni un segundo visitando las que ya han quedado secas. Por eso llevan un seguimiento. Y, al parecer, dicho seguimiento no se basa en el color, en la forma ni en otras pistas visuales ofrecidas por las propias flores, sino más bien en pistas espaciales, como las que usan las charas que almacenan comida y los cascanueces comunes.⁶⁴

Sue Healy, de la Universidad de Saint Andrews, estudia las capacidades cognitivas de los colibríes en la naturaleza. En concreto, estudia el colibrí rufo, un diminuto pajarillo de color naranja vivo conocido por su defensa enérgica y belicosa de las flores de las cuales se alimenta.⁶⁵ El trabajo reciente realizado por Healy apunta a que estas maravillas peso pluma son capaces de registrar la localización espacial de una flor o un comedero en un campo vasto y uniforme tras visitarlo sólo una vez durante unos segundos.⁶⁶ Y son capaces de regresar a esa ubicación con una precisión imponente, aunque

la flor en sí ya no exista.⁶⁷ Es más, registran la calidad y el contenido del néctar de las flores individuales y su velocidad de recarga y sólo vuelven a visitarlas después de transcurrido el tiempo suficiente para que se recarguen.⁶⁸

Continúa siendo un enigma qué pistas espaciales utilizan para centrarse en su cantera. Las investigaciones de Healy apuntan a que emplean puntos de referencia a modo de andamiaje de su mapa mental, tal como parecen hacer las aves acaparadoras.⁶⁹ Pero no es una cuestión sencilla. En las observaciones de Healy, los puntos de referencia cercanos «eran (al menos a nuestros ojos) sumamente uniformes: el terreno era bastante llano y estaba cubierto de vegetación». En cambio, los puntos de referencia más distantes, como los árboles que bordeaban el prado y las montañas de novecientos metros de altura que enmarcaban el valle, resultaban muy visibles desde todos los puntos del campo. Con todo, no está claro cómo podrían utilizar los pájaros unos puntos de referencia tan voluminosos para localizar con tanta precisión dónde se encuentran flores o comederos concretos... o dónde deberían encontrarse.

La ciencia ha asumido que las palomas mensajeras poseen mapas mentales de esta índole, salpicados con distintas ubicaciones memorizadas, si bien a una mayor escala geográfica. Sin embargo, nadie había examinado esta idea realmente fuera del laboratorio hasta hace poco, cuando Nicole Blaser (por entonces alumna de doctorado en la Universidad de Zúrich) concibió un experimento inspirado.⁷⁰

Blaser quería demostrar que las palomas se orientan no mediante una simple reacción robótica a pistas en el medio ambiente, sino más bien con la ayuda de un auténtico mapa de navegación mental que les permite seleccionar distintos destinos y las mejores rutas para llegar a ellos.

Si una paloma fuera una especie de «robot volador», la orientación sería un proceso en dos pasos relativamente sencillo: comparar una pista ambiental como una señal magnética en una ubicación desconocida con la misma pista en una ubicación conocida, como su palomar. A continuación, bastaría con desplazarse en una dirección que reduzca de manera sistemática la diferencia progresiva entre ambas pistas. Esta estrategia robótica «centrada en el palomar», como la denomina Blaser, implicaría que las aves sólo memorizan

una ubicación (el palomar donde residen) y luego se orientan para regresar hasta él siguiendo distintas diferencias de gradiente en las pistas ambientales, hasta llegar finalmente a su destino.

¿Cómo puede demostrarse que las palomas tienen un auténtico mapa mental con múltiples ubicaciones?

Blaser decidió permitir a una bandada de ciento treinta y una palomas elegir adónde querían volar, si al palomar donde vivían o a un palomar con comida, en función de lo hambrientas que estaban. En primer lugar, adiestró a todas las palomas para que identificaran la ubicación del palomar con comida. Cada día, las transportaba en coche hasta allí para que se alimentaran siguiendo un horario regular. (La investigación con palomas puede ser muy ardua.) A continuación, las fue liberando desde un palomar de origen, cada vez más lejano del palomar con comida, y viceversa, hasta que las palomas fueron capaces de volar eficazmente de uno a otro.

Tras el adiestramiento, las condujo a un lugar desconocido equidistante de ambos palomares, situado en un radio de unos treinta kilómetros de distancia. Dio de comer a la mitad de las palomas y dejó a la otra mitad hambrienta. Luego las liberó a todas. Las que tenían el estómago lleno regresaron a su palomar, mientras que las hambrientas se dirigieron al palomar con comida. Únicamente se desviaron para sortear obstáculos topográficos, dos lagos y una cordillera, tras lo cual corrigieron sus rutas. Ni una sola de las palomas hambrientas se dirigió al palomar donde habitaba.

Si estas aves se orientaran mediante una estrategia robótica «centrada en su palomar», indica Blaser, habrían volado en dirección a su casa hasta llegar a territorio conocido y luego habrían desviado su trayectoria de vuelo hacia el palomar con comida.

El hecho de que volaran directamente hasta el punto donde saciar su hambre revela dos cosas, explica Blaser. En primer lugar, demuestra que las aves son capaces de elegir entre objetivos de acuerdo con su motivación, una habilidad cognitiva en sí misma, y, en segundo lugar, que retienen en la cabeza un auténtico mapa cognitivo, el cual incluye conocimiento de la posición desconocida que ocupan en el espacio con relación a como mínimo dos lugares conocidos.

¿En qué lugar del diminuto paisaje del cerebro de una paloma podría residir tal mapa?

En el mismo lugar en el que reside en nuestro cerebro: en el hipocampo, esa red neuronal que nos ayuda a orientarnos en el espacio. Lo sabemos, en parte, gracias al esfuerzo de un tolmaníaco, el anatomista John O'Keefe, que fue galardonado con el Premio Nobel en 2014 por un magnífico descubrimiento realizado mientras llevaba a cabo sus propios estudios en laberintos con ratas en la década de 1970. Durante sus estudios de la actividad cerebral mientras las ratas corrían por el laberinto, O'Keefe y la psicóloga Lynn Nadel observaron que unas determinadas células especiales del hipocampo se activaban sólo cuando las ratas se encontraban en un lugar concreto.⁷¹ Mientras una rata deambulaba por un laberinto, estas «células de lugar» se activaban en un patrón espacial que se correspondía exactamente con la ruta zigzagueante del roedor.

En nuestro cerebro, el hipocampo es una estructura con forma de caballito de mar enterrada en las profundidades del lóbulo temporal medial. El hipocampo de un pájaro se encuentra en la parte superior del cerebro, como si de un botón o de un pequeño hongo se tratara. Pero, tanto en el ave como en las personas, este trocito de tejido alberga nuestros mapas mentales... y nuestros recuerdos. De hecho, nuestros recuerdos parecen estar entrelazados con dónde experimentamos cada evento. Nuevos estudios de investigación demuestran que cuando recordamos un acontecimiento, las células de lugar de nuestro hipocampo que almacenan la ubicación en la que acaeció vuelven a dispararse y nos ayudan a situar el recuerdo tanto en el tiempo como en el espacio.⁷² Ello explica por qué rehacer los pasos puede ayudarnos a recordar lo que estábamos buscando. El recuerdo de un pensamiento está asociado al lugar en el que se produjo.

En las aves, el hipocampo desempeña un papel crucial en el procesamiento de la información espacial. Generalmente, un hipocampo de mayor tamaño conlleva una mejor capacidad espacial.⁷³ Las familias de las aves acaparadoras presentan un hipocampo que duplica el tamaño del previsto en pájaros con sus mismas dimensiones cerebrales y peso corporal. A título de ejemplo, en términos relativos, el hipocampo de un carbonero duplica el de un gorrión.

Los colibríes pueden alardear en este sentido. Con relación al tamaño global del cerebro, tienen el hipocampo de mayores dimensiones del reino de las aves, entre dos y cinco veces superior al de los pájaros cantores que acaparan alimento y los que no, las aves marinas y los pájaros carpinteros.⁷⁴ Un colibrí grande, conocido como ermitaño colilargo común, tiene un cerebro del mismo tamaño que el de una candelita norteña, pero un hipocampo casi diez veces más grande, idóneo para recordar la ubicación, distribución y el contenido en néctar de los jengibres y las pasionarias de que se alimenta en Venezuela y Brasil.

Los parásitos de puesta como los indicadores y los tordos también tienen un hipocampo grande, en comparación con las aves no parasitarias de la misma familia.⁷⁵ «Tiene lógica —afirma Louis Lefebvre—. Una hembra de indicador tiene que hallar un nido adecuado donde poner los huevos en el momento preciso. Si los pone en un nido donde los polluelos rompan el cascarón al día siguiente, sus crías serán desestimadas como animales pequeños; y si los pone demasiado pronto, el ave huésped podría no estar lista aún para poner o para incubar. De manera que tiene que supervisar la posición de los nidos y la fase en la que se encuentran.»⁷⁶

El hipocampo de las hembras de tordo es mayor que el de los machos y, tal como recientemente han descubierto Melanie Guigueno y su equipo en la Universidad de Western Ontario, las hembras tienen más destreza espacial.⁷⁷ En la mayoría de los animales, son los machos los que presentan habilidades espaciales superiores, pero en las aves, los parásitos de puesta desbaratan este estereotipo. Sólo las hembras de tordo localizan, controlan y vuelven a visitar los nidos que parasitan. Efectúan búsquedas por el follaje y observan la actividad de la construcción de nidos para detectar posibles nidos anfitriones. A continuación, antes del amanecer, localizan los nidos en la oscuridad y ponen en ellos sus huevos. En un estudio realizado en laboratorio, Guigueno averiguó que las hembras de tordos son mucho más diestras en tareas de memoria espacial que los machos. Esto sugiere que una capacidad espacial superior no es algo inherentemente masculino, sino que evoluciona con relación a exigencias ecológicas como reproducirse mediante el parasitismo de puesta.

Las palomas mensajeras tienen un hipocampo más grande que otras especies de palomas criadas por rasgos estéticos sofisticados, como las palomas colipavas, las buchonas y las strasser.⁷⁸ Ahora bien, esta destreza del hipocampo no es genética. Es aprendida, y de manera ardua.

No hace demasiado tiempo, un inteligente experimento reveló que el tamaño del hipocampo de una paloma mensajera depende del uso que se le dé.⁷⁹ Un equipo de científicos crió a veinte palomas mensajeras en el mismo palomar cerca de Düsseldorf, Alemania. Después de que las aves echaran plumas, se permitió a la mitad de ellas volar por los alrededores y aprender la ubicación de su palomar y del entorno. También participaron en varias carreras de distancias de hasta doscientos ochenta kilómetros. Las otras diez palomas quedaron confinadas en un palomar lo bastante espacioso como para que pudieran volar a su antojo, de manera que pudieran realizar casi la misma actividad física que sus compañeras más libres, pero sin practicar sus dotes para orientarse. Cuando todas las aves habían alcanzado la madurez sexual, los científicos midieron el volumen de sus cerebros y de sus hipocampos. Las palomas que habían adquirido experiencia en orientación presentaban un hipocampo más de un diez por ciento mayor que el de las aves inexpertas. No está claro qué mecanismo biológico es responsable de esta ampliación, afirman los científicos. «Es posible que las células existentes se agranden», especulan, que se añadan nuevas células cerebrales de refuerzo (aunque probablemente no neuronas) o «que exista una mayor vascularización.»

En cualquier caso, el tamaño del hipocampo de una paloma podría reflejar la experiencia y la frecuencia con la que recurre a sus habilidades para orientarse.⁸⁰ Dicho de otro modo, podría estar moldeado por el uso. Investigadores británicos descubrieron que así parece ocurrir también en el caso de los humanos, en un famoso estudio de ciertos «navegantes» modernos avezados en la materia: los taxistas londinenses.⁸¹ Para obtener la licencia de taxista en Londres, los aspirantes deben aprobar un estricto examen conocido como «Knowledge». Para ello deben memorizar la configuración espacial de unas veinticinco mil calles, así como miles de puntos de referencia, en lo que se ha considerado por votación popular «la ciudad más confusa del mundo».⁸²

Se tarda entre dos y cuatro años en dominar el complicado trazado urbano de Londres. Los científicos descubrieron que los taxistas que llevaban varios años al volante tenían más materia gris en la porción posterior del hipocampo que los que aún estaban verdes o los autobuseros.⁸³

Y esto plantea una cuestión inquietante. Si el empleo que hacemos de la orientación conforma nuestro hipocampo, ¿qué sucede cuando dejamos de utilizarlo para este fin, cuando dependemos demasiado de tecnologías como el GPS, que suprime la necesidad de emplear el cerebro para orientarse? El GPS sustituye la necesidad de orientarse por una forma pura de comportamiento estímulo-reacción («Gire a la izquierda, gire a la derecha»). Algunos científicos temen que la dependencia excesiva de esta tecnología reduzca nuestro hipocampo. En este sentido, un equipo de investigación de la Universidad McGill comparó el cerebro de personas de la tercera edad que utilizaban GPS con el de personas que no lo hacían y detectó que aquéllas acostumbradas a orientarse por sí mismas tenían más materia gris en el hipocampo y mostraban menos disfunciones cognitivas que las que utilizaban GPS.⁸⁴ Al perder el hábito de formarnos mapas cognitivos, podríamos estar perdiendo materia gris (y con ello, si Tolman está en lo cierto, nuestra capacidad de entendimiento social).

Sabemos dónde es probable que resida el mapa mental de un ave. Pero ¿qué tamaño puede tener?

Reflexiono sobre ello una mañana de principios de octubre en la playa de Cape Henlopen, Delaware. Ha amanecido un día frío. La temperatura del agua descende en picado. En la bahía, espero divisar algún águila pescadora. Pero casi todas las aves grandes ya se han marchado, ya han puesto rumbo al sur, hacia Perú o Venezuela, para invernar en las cálidas marismas del Amazonas.

Con todo, nos hallamos aún en plena estación migratoria de algunas aves de rapiña, así como de los pájaros cantores de los que se alimentan. Al otro lado de la bahía de Delaware, en Cape May, avanzan esmerejones, junto con cernícalos vulgares, halcones peregrinos, gavilanes americanos y gavilanes de Cooper, que se detienen a hacer una pausa en su periplo y arrancan de sus viajes a los pájaros más pequeños para alimentarse de ellos. En Cape May

abundan los correlimos comunes. En las zonas tupidas del Hidden Valley y las tierras de labranza conocidas como el Beanery se detecta un destello de jilgueros canarios, reinitas coronadas y reinitas palmeras, junto con algunas dendroicas, reinitas estriadas y vireos ojirrojos rezagados.

Un frente frío puede empujar a decenas o incluso centenares de miles de pájaros cantores migratorios a través de esta zona simultáneamente, una imagen maravillosa si por casualidad uno se encuentra observando desde el dique de Higbee Beach. Estas aves migratorias neotropicales descansarán y se alimentarán durante unos días y luego volverán a alzar el vuelo para internarse en la noche. Me encanta imaginar el cielo nocturno en otoño salpicado de oscuras aves que se dirigen al sur.

Mientras rodeo Henlopen para dirigirme a la cara oceánica del cabo, un denso banco de niebla se cierne frente a la costa. Lo observo con curiosidad unos instantes, a medida que avanza hacia mí como una gigantesca ola gris. De repente me envuelve en un manto de humedad salada. Las dunas de la orilla se funden en la neblina y no veo nada a dos pasos por delante de mí. Resulta curiosamente desorientador; pero eso es todo: soy capaz de recorrer con facilidad el litoral y hallar el camino de vuelta a través de las dunas.

Encontrarse en medio de un banco de niebla en medio del mar es un asunto muy diferente. John Huth, profesor de física en la Universidad de Harvard, explica que un día despejado se echó al mar en su piragua, en Nantucket Sound, justo en esta época del año.⁸⁵ De repente, se vio inmerso en una densa niebla. Piragüista experto, Huth había tenido la precaución de memorizar pistas importantes antes de partir, sobre todo la dirección del viento y de las olas. «No me alejé del litoral —escribe— y, cada vez que la niebla borraba algún punto de referencia, sabía cómo girar la piragua hacia tierra.» Otros dos piragüistas que se encontraban remando aquel día no fueron tan afortunados; al parecer, quedaron desorientados, los engulleron fuertes olas y se ahogaron.

Según señala Huth, los primeros navegantes humanos eran capaces de interpretar pistas naturales para orientarse. Los viajeros de la Polinesia se creaban una brújula natural memorizando las posiciones de las estrellas nacierentes y ponientes. Los mercaderes árabes se guiaban por el olor y la sensación de los vientos para atravesar el océano Índico. Los vikingos usaban

la posición del sol para determinar la hora y la orientación. Los navegantes de las islas del Pacífico leen las olas. Si aprendemos, somos capaces de orientarnos observando con atención el sol, la luna y las estrellas, las corrientes y las mareas, el viento y la climatología. (Me fascinó averiguar que aproximadamente un tercio de los idiomas del mundo describen el espacio ocupado por el cuerpo propio no en términos de derecha e izquierda, sino de direcciones cardinales. Quienes hablan estos idiomas son más diestros orientándose y teniendo presente dónde se encuentran, incluso en lugares desconocidos.)⁸⁶ Sin embargo, sin un mapa o un GPS a mano, la mayoría de los humanos modernos somos incapaces de orientarnos.

Las aves que migran en el océano de aire, por su parte, rara vez se extravían, ni siquiera en medio de la oscuridad o la niebla. Como las palomas, se guían por las pistas de brújula disponibles que les aportan los puntos de referencia visuales, el sol y los campos magnéticos.

De noche, algunas de ellas utilizan las estrellas, pero no tal como podría pensarse. No tienen un mapa de los patrones estelares, sino que aprenden la aparente rotación del cielo nocturno alrededor de la Estrella Polar.⁸⁷ En el primer verano de sus vidas, los polluelos buscan en el cielo nocturno estrellado su centro de rotación. En el hemisferio norte, dicho centro de rotación es la Estrella Polar, que las aves aprenden a interpretar como el norte. Se orientan alejándose de ella para dirigirse al sur. Una vez tienen completamente establecida su brújula estelar (cosa que les lleva en torno a dos semanas), las aves son capaces de orientarse por las estrellas aunque sólo haya algunas visibles.

Sé que navegar guiándose por pistas celestiales no es necesariamente señal de un intelecto elevado. Al fin y al cabo, los escarabajos peloteros, conocidos por esculpir pelotitas de heces animales que posteriormente ingieren, utilizan la luz de la Vía Láctea para orientarse por la noche.⁸⁸ Con todo, no deja de maravillarme que las aves sean capaces de deducir una orientación norte-sur aprendiendo los patrones de rotación de las estrellas.

Por supuesto, en ocasiones eventos naturales, como una tormenta, desplazan a las aves migratorias centenares o incluso miles de kilómetros. En cierto sentido, se trata de experimentos de desplazamiento naturales a gran

escala. La capacidad de la mayoría de los pájaros de regresar a su destino tras una dislocación tan extraordinaria sugiere que sus mapas mentales deben de ser bastante grandes.

Había querido visitar Cape Henlopen un año antes, pero el huracán Sandy desbarató mis planes. Justo un día o dos antes de mi llegada programada para ese año, la supertormenta avanzaba a toda velocidad desde el sur, con el ojo puesto directamente en el cabo. De todos modos, me alegra no haberme aventurado a estar allí. El huracán golpeó Henlopen con toda su contundencia, empantanó carreteras, destruyó puentes y apiló montones de arena en zonas de aparcamiento y calles secundarias.

Tras el paso de Sandy, todo el extremo oriental del continente quedó plagado de aves vagabundas. Se trata de un término interesante, que suele utilizarse para describir a las personas que vagan sin rumbo y sin medio de subsistencia. La raíz de la palabra es latina, *vagari*, que significa «vagar». Por naturaleza, es muy poco habitual que un ave errante se haya extraviado o se haya visto desplazada de su ruta, y divisar una provoca un escalofrío a los ornitólogos ávidos de detectar cualquier pájaro fuera de lugar y poderlo añadir a su lista de avistamientos únicos.

En la estela de Sandy, los ornitólogos replegados en Cape May informaron de haber avistado más de cien págalos pomarinos, aves marinas depredadoras que probablemente fueron arrastradas hacia el interior por los vientos mientras migraban al sur desde sus tierras de nidificación en el Ártico para invernar en mares tropicales. Se divisaron otros varios cientos en zonas tan interiores como Pensilvania, volando hacia el sur a lo largo del río Susquehanna. Charranes sombríos, falaropos de pico grueso, una gaviota de Sabine, una pardela atlántica y un rabijunco acabaron en Manhattan. Diversas avefrías europeas del norte —aves playeras europeas— aparecieron en campos abiertos de las costas de Nueva Inglaterra. Y un petrel de la Trindade, un ave de aguas profundas que normalmente se pasa el día sobrevolando el océano Atlántico frente a Brasil, cayó cerca de Altoona, Pensilvania, al oeste

de los montes Apalaches y a trescientos veinte kilómetros de la costa. Pero no permaneció allí durante demasiado tiempo. Cuando el viento amainó, puso rumbo al sur.

Si se desea añadir un avistamiento accidental a su lista de avistamientos extraordinarios, hay que actuar con rapidez. Normalmente, las aves reemprenden la marcha en menos de un día y, al parecer, saben justo qué dirección tomar.

* * *

Aquel traslado experimental de gorriones de corona blanca desde el Pacífico Noroeste hasta Princeton, Nueva Jersey, fue una versión más extrema del huracán Sandy, un experimento de desplazamiento masivo y deliberado. Los científicos que lo llevaron a cabo pretendían arrojar luz sobre las dimensiones del mapa de navegación de un ave, y lo hicieron.

El hecho de que los gorriones (incluso aquéllos con una experiencia mínima) fueran capaces de ajustar y corregir tan velozmente su curso tras un desplazamiento de casi cinco mil kilómetros sugirió la existencia de un vasto mapa de navegación que abarca al menos los Estados Unidos continentales y posiblemente el mundo entero.⁸⁹

El experimento también sugirió que dicho mapa se basa en la experiencia.⁹⁰ Las aves jóvenes y completamente inexpertas que participaron en el experimento no salieron tan bien paradas. No consiguieron hallar el camino de regreso al otro lado del país y, en su lugar, guiadas sólo por el instinto, se limitaron a volar hacia el sur.

Las aves no nacen con estos mapas en la cabeza. Los aprenden. Algunas lo hacen siguiendo las rutas de las aves adultas que las rodean: por ejemplo, las grullas trompeteras. Las grullas inexpertas se pegan como sombras a los adultos durante las rutas migratorias, motivo por el cual los científicos pueden adiestrar a grullas inexpertas en cautividad a seguir a un avión microligero como si se tratara de un flautista de Hamelín aviar.⁹¹

No obstante, no siempre es posible seguir el rastro a un progenitor. Un polluelo de frailecillo, por ejemplo, deja las aisladas laderas de los acantilados del Atlántico Norte y las islas de su nacimiento de noche, mucho antes de que los adultos abandonen la colonia para pasar el invierno. Y una

cría de cuco que pase la temporada británica en Norfolk no puede seguir a sus progenitores hasta los bosques pluviales de El Congo porque éstos habrán partido hacia el sur antes de que ella haya echado plumas en el nido de sus padres adoptivos.

Pese a ello, un ave migratoria joven (siempre y cuando no haya sido secuestrada de cría y enviada a la otra punta del país) de alguna manera se las apaña para hallar el camino a través de centenares o miles de kilómetros hasta sus tierras de invernada, a pesar de no haberlas visitado nunca. Para hacerlo, confía en una suerte de inteligencia genética maravillosa, un programa innato de «reloj y brújula» que le indica que debe volar un número determinado de días en una dirección concreta. El reloj es un cronómetro interno bajo control genético que dicta el número de días de vuelo. Lo sabemos porque un ave migratoria enjaulada da indicios de inquietud migratoria, la llamada *Zugunruhe*, que está estrechamente relacionada con la distancia que suele recorrer en su migración.⁹² Y por lo que a la brújula corresponde: al menos algunas aves jóvenes incorporan una brújula unidireccional heredada y específica de su especie, la cual las sitúa en la ruta correcta. Para permanecer en ésta, lógicamente, recurren a las mismas indicaciones de la brújula que los ejemplares adultos, incluidas las pistas aportadas por el sol, las estrellas, el campo magnético y la luz polarizada disponibles en el crepúsculo.⁹³ (El ocaso es una fuente de información abundante para los animales migratorios de todo tipo. Es el único momento del día en el que las aves y otros animales pueden combinar las indicaciones de los patrones de polarización lumínica, las estrellas y las señales magnéticas.)

Cuesta imaginar cómo funciona este programa innato, sobre todo en las aves con rutas sumamente precisas y complejas. Pero, de alguna manera, la información específica para su especie relativa a la dirección y a la distancia está codificada en sus genes y se transmite de una generación a la siguiente.

Para el viaje de regreso y para migraciones posteriores, las aves ya no dependen de la información heredada. Mientras viajan, construyen un mapa cognitivo que les permite utilizar una auténtica navegación para encontrar las tierras de anidación y de invernada que han visitado con anterioridad, e incluso corregir la trayectoria de desplazamientos provocados por el viento, las tormentas y otros fenómenos naturales. Al menos en el caso de algunas

aves, este mapa mental parece ser inmenso y englobar continentes e incluso océanos. Basta con observar a los gorriones de corona blanca o a las pardelas pichonetas. En un experimento de desplazamiento efectuado con pardelas, aves transportadas a cinco mil kilómetros de Boston, desde su isla de anidación en Gales; hallaron el camino de regreso a casa en sólo doce días y medio.⁹⁴

¿Cómo está configurado ese mapa? Podría funcionar como nuestro sistema de coordenadas cartesianas, con distintas señales ambientales que varían de manera previsible a lo largo de gradientes que proporcionan información acerca de la latitud y la longitud. Para utilizar estos gradientes, afirma Richard Holland, de la Universidad de Queen, Belfast, un pájaro «tendría que aprender que varían de manera predecible en intensidad en el espacio (y posiblemente en el tiempo) dentro de su lugar de residencia y extrapolar esto más allá de su zona conocida».⁹⁵

Pero ¿cuáles son las señales sensoriales que aportan datos a las coordenadas del mapa? Más aún, ¿tiene coordenadas el mapa? Pese a la mezcolanza de estudios realizados en las cuatro últimas décadas, seguimos intentando desenmarañar el embrollo de las señales de los mapas.

El mapa de gradientes podría ser, en parte, geomagnético. Recientemente, Holland y un colega realizaron un curioso descubrimiento.⁹⁶ La pareja de científicos recogió varios petirrojos europeos que habían hecho una pausa en una zona de descanso en su ruta migratoria y los expuso a un potente pulso magnético, perturbando así temporalmente su sentido magnético. Luego los liberó. Los petirrojos jóvenes (que carecían de experiencia en navegación previa) se mostraron impertérritos al pulso y continuaron por la ruta prevista, guiados sólo por su programa innato. En cambio, los adultos alzaron el vuelo en la dirección errónea. Los investigadores especularon con que las aves adultas se habían construido mapas magnéticos mentales durante sus migraciones, que utilizaban para ayudarse a desplazarse en los viajes posteriores. Tal vez los pulsos «resetearon» esos mapas y confundieron a las aves.

Otro experimento reciente, éste realizado con carriceros comunes, también apunta en esta dirección. Un equipo liderado por Nikita Chernetsov y Henrik Mouritsen capturó a carriceros en su ruta migratoria desde el norte de Kaliningrado, Rusia, en el mar Báltico, hacia la Escandinavia meridional.⁹⁷ En la mitad de las aves, los científicos cercenaron el nervio que enlaza el pico con el cerebro, el llamado nervio trigémino, que, según se cree, transmite información magnética al cerebro. A continuación, desplazaron a todas las aves más de un kilómetro hacia el este de su ruta migratoria habitual. Los carriceros con el nervio trigémino de pico a cerebro intacto se reorientaron rápidamente hacia el noroeste y sus tierras de reproducción habituales. En cambio, las aves con el nervio cercenado pusieron rumbo al nordeste, como si aún se hallaran en su ruta migratoria normal. Lo más asombroso fue que las aves sabían dónde se encontraba el norte, pero habían perdido su capacidad de determinar su propia posición. En otras palabras, parecían haber perdido su sentido cartográfico.

Los humanos somos animales muy visuales, sobre todo en lo que a asuntos espaciales respecta. Nos cuesta asimilar un mapa hecho de señales que no vemos.

Y otra cosa más. De acuerdo con Jon Hagstrum, geofísico del U. S. Geological Survey que ha estudiado la navegación y la orientación de las aves durante más de una década, las señales infrasónicas naturales, los ruidos a baja frecuencia en el ambiente que quedan por debajo de nuestro espectro de audición pero que quizá resulten audibles para las aves, podrían formar parte de un mapa que las ayuda a orientarse.⁹⁸

Y también podrían aportarles pistas de que se avecina una tormenta. Un ejemplo fascinante de la aparente capacidad de algunas aves para anticipar tempestades inminentes afloró a la luz recientemente por casualidad. Corría el mes de abril de 2014 y un equipo de investigación de la Universidad de California, Berkeley, estaba estudiando si una población de las pequeñas reinitas alidoradas que estaban criando en las montañas Cumberland, al este de Tennessee, eran capaces de transportar geolocalizadores en la espalda.⁹⁹ Las aves habían llegado al lugar apenas uno o dos días antes, tras recorrer un trayecto de cinco mil kilómetros hacia el norte desde sus zonas de invernada en Colombia. El equipo acababa de colocarles los chismes a las diminutas

reinitas cuando todas ellas de repente emprendieron el vuelo y abandonaron de manera espontánea sus lugares de anidación. Posteriormente, los científicos averiguaron que una inmensa tormenta primaveral «supercélula» se dirigía hacia ellos, una tormenta que engendraría ochenta y cuatro tornados y provocaría treinta y cinco víctimas mortales. Las reinitas abandonaron el lugar veinticuatro horas antes de que la devastadora borrasca arremetiera contra él, volando en todas las direcciones, algunas de ellas rumbo al sur, hasta Cuba. Una vez pasada la tormenta, regresaron directamente a su lugar de anidación, lo cual, en el caso de algunas de ellas, supuso un viaje de retorno de casi mil seiscientos kilómetros. Los científicos que participaban en el estudio sugieren que el grave retumbo de la supertormenta podría haber advertido a las aves cuando se hallaba aún a entre cuatrocientos y ochocientos kilómetros de distancia, de tal manera que éstas habrían detectado los potentes infrasonidos de baja frecuencia que generan estas tormentas de tornados. Dichos sonidos pueden viajar centenares o miles de kilómetros, pero son inaudibles para los humanos.

Muchas fuentes naturales producen infrasonidos, si bien las principales son los océanos. Las olas interactivas en las profundidades del océano y el movimiento del agua en la superficie marítima crean una especie de ruido de fondo ambiental que puede detectarse en cualquier punto del planeta con la ayuda de un micrófono de baja frecuencia. Además, los cambios de presión en el suelo marino generan ondas sísmicas en tierra firme que pueden interactuar con la atmósfera en la superficie terrestre, «como un megáfono gigante», indica Jon Hagstrum, y producir ondas de infrasonidos que las laderas, los acantilados y otros terrenos abruptos radian hacia el exterior y pueden recorrer vastas distancias. Así pues, cada lugar en la Tierra posee una especie de sonido propio, conformado por la topografía. En opinión de Hagstrum, las aves podrían utilizar estos sonidos específicos para orientarse y localizar sus palomares «infrasónicamente».

«Tal como nosotros contemplamos un paisaje, creo que las aves lo escuchan —afirma Hagstrum—. En la distancia, probablemente oigan los sonidos generados por los elementos paisajísticos y, a medida que se acercan, dichos elementos se reducen.»¹⁰⁰ En otras palabras: una paloma podría saber cómo «suena» la zona que rodea su palomar. «Las palomas con lentes

esmeriladas en los ojos son capaces de regresar a un radio de uno o dos kilómetros de su palomar, pero necesitan ver para llegar a su localización exacta —comenta Hagstrum—. Creo que ésta es la zona más reducida posible que puede producir infrasonidos lo bastante altos como para que una paloma los oiga.»

Muchos se muestran escépticos. «Las pruebas anecdóticas sin duda son fascinantes —opina Henrik Mouritsen—, pero quien sugiera que los infrasonidos en la orientación de las aves son sensoriales debe despejar el interrogante siguiente: ¿perciben las aves los infrasonidos? No se ha demostrado. Y, en segundo lugar, ¿son capaces de determinar la dirección de la que proceden? Normalmente, para ello se requiere una amplia distancia entre las orejas (como ocurre en el caso de los elefantes y las ballenas)», sugiere Mouritsen.¹⁰¹ De acuerdo con esta perspectiva, una explicación mucho más plausible de la capacidad de estas reinitas alidoradas de Tennessee de detectar la remota supertormenta no son los infrasonidos, sino los cambios en la presión atmosférica, los cuales, según se ha demostrado, sí notan las aves.

No obstante, si la teoría de los infrasonidos de Hagstrum es cierta, podría arrojar luz sobre la desaparición de *Whitetail* y aquellas sesenta mil palomas que se desvanecieron de Inglaterra y Francia hace casi dos décadas. Intrigado por la desaparición de tantas palomas en aquella carrera funesta, Hagstrum rebuscó en los registros históricos para comprobar si se había producido algún hecho sonoro inusitado que hubiera coincidido con el evento.¹⁰² Y allí estaba: justo cuando las palomas de carreras se disponían a atravesar el canal de la Mancha, se cruzó en su ruta de vuelo un Concorde SST que acababa de despegar de París y, en el momento en que el avión entró en modo supersónico, afirma Hagstrum, tendió una «alfombra de estampido sónico» tan elevada que anuló el mapa acústico de navegación de las palomas y las desorientó por completo.

La tesis de Hagstrum podría ayudar también a explicar determinados «triángulos de las Bermudas» de las migraciones de vuelta de las palomas, lugares donde las palomas tienden a desaparecer o perderse sin remedio. La geometría del terreno en estos puntos podría crear lo que el científico denomina «sombras sonoras», que perturban la orientación acústica de las aves.

Sigue tratándose de una idea muy polémica. Richard Holland afirma que «estas correlaciones son convincentes, pero no son más que eso, correlaciones». En el caso de la carrera de palomas, una correlación entre una perturbación infrasónica (el estampido sonoro) y una perturbación en la orientación (las aves desaparecidas). «Son pruebas demasiado inconsistentes —añade—. Ningún experimento ha demostrado todavía la repercusión de los infrasonidos en la orientación de las aves.»¹⁰³

El olor también podría afectar al mapa, otra idea que expande la imaginación humana y suscita debate, si bien esta teoría está respaldada por pruebas experimentales sustanciales. La idea de que señales distintivas de olor puedan influir en la orientación de las aves se planteó hace más de cuatro décadas, cuando Floriano Papi realizó un experimento con palomas en la Toscana.¹⁰⁴ El zoólogo italiano y su equipo seccionaron los nervios olfativos de un grupo de palomas y las liberaron en un lugar con el que no estaban familiarizadas. Las aves no regresaron nunca, mientras que sus compañeras intactas volvieron volando rápidamente al palomar. En torno a la misma época, el ornitólogo alemán Hans Wallraff descubrió que las aves de su palomar guarecidas de los vientos por pantallas acristaladas eran incapaces de encontrar el camino de regreso.¹⁰⁵ Así nació la hipótesis de la orientación olfativa, que sugiere que las palomas aprenden a asociar los olores transportados por el viento de su palomar con la dirección del viento y emplean esta información para determinar su camino de regreso a casa.

La posibilidad de que las aves se orienten con ayuda de un mapa olfativo podría arrojar luz sobre una extraña paradoja evolutiva que ha desconcertado a la ciencia durante más de una década. Se trata de un extraño fenómeno relativo a la geometría del cerebro animal.¹⁰⁶ Si se observan los cerebros de vertebrados de distintos órdenes, clases, familias y especies, emerge un claro patrón, una especie de ley de escalamiento universal. En prácticamente todos los vertebrados, las partes del cerebro, desde el cerebelo hasta la médula o el cerebro anterior, aumentan de tamaño progresivamente y de manera predecible con respecto a las dimensiones del cerebro en su conjunto.¹⁰⁷ Con frecuencia,

puede predecirse el tamaño de un componente del cerebro a partir del tamaño cerebral total. Las estructuras cerebrales que han evolucionado más recientemente suelen ser más grandes.

A veces, la naturaleza arroja estas maravillosas reglas generales.

Sin embargo, «el principio de “tardío igual a grande” tiene una excepción importante», explica Lucia Jacobs, psicóloga de la Universidad de California, Berkeley: el bulbo olfativo, un renegado en casi todos los sentidos.

El bulbo olfativo es una parte ancestral del cerebro dedicada al sentido del olfato y presente de manera universal en los vertebrados. Suele ser más pequeño de lo previsto en relación con el resto del cerebro... o más grande. (Este último caso es especialmente extraño, dada su ancestral edad evolutiva.) Y varía de tamaño en animales de un mismo orden, de la misma clase y de la misma familia. Así ocurre en el caso de las aves.¹⁰⁸ Los petreles y otras aves marinas como las pardelas y los albatros tienen bulbos que triplican aproximadamente el tamaño de los bulbos de los pájaros cantores. En el cuervo americano, el bulbo sólo representa un cinco por ciento de la longitud del hemisferio cerebral del ave, mientras que en el petrel níveo ocupa más del treinta y cinco por ciento.

Las grandes dimensiones del bulbo en algunas aves han supuesto un enigma. En el cerebro, grande suele ser sinónimo de importante. Se denomina principio de «la masa adecuada»: cuanto más espacio cerebral se destine a una función, más importante es ésta para la biología del animal. Sin embargo, durante largo tiempo, la ciencia creyó que las aves no tenían buen olfato, puesto que no daban muestra de ninguno de los comportamientos inspirados en el olfato más comunes, como olisquear traseros o husmear en busca de trufas. Parecía que las aves eran más como nosotros, animales visuales con sistemas visuales sofisticados y altamente evolucionados. «El desarrollo extraordinario de un conjunto de órganos únicamente se consigue a expensas de otro conjunto —escribió un ornitólogo en 1892—. En este caso, los órganos del sentido del olfato han sido los mártires.»¹⁰⁹

Esta concepción ha cambiado de manera radical. El cambio dio comienzo en la década de 1960, con experimentos que revelaron que a palomas expuestas a un torrente de aire perfumado se les aceleraba la frecuencia cardíaca. Para que sus corazones reaccionaran de este modo, tenían que estar

oliendo algo. Posteriormente, los científicos colocaron electrodos en los bulbos olfativos de las aves.¹¹⁰ Para su sorpresa, descubrieron el mismo patrón de activación celular en reacción al estímulo olfativo que se da en los nervios y bulbos olfativos de los mamíferos.

Desde entonces, casi todas las especies analizadas han demostrado tener cierto sentido olfativo, desde los kakapos y los estorninos hasta los patos y unos petreles pequeños conocidos como patos-petreles. Los kiwis, aves nocturnas que no vuelan oriundas de Nueva Zelanda, hallan sus festines invertebrados rastreando su olor mediante las fosas nasales que tienen en su largo pico. Los buitres son capaces de detectar el hedor del cadáver en descomposición de un animal desde kilómetros de distancia y acercarse a él volando contra el viento. Los petreles azulados, aves marinas que recorren extensiones monótonas de agua en busca de peces, calamares y camarones antárticos diseminados de los que alimentarse, son capaces de percibir el olor de sus presas incluso antes de echar plumas y en concentraciones mínimas.¹¹¹ Estos petreles anidan en oscuras madrigueras y en las noches sin luna parecen confiar en su sentido del olfato para hallar el camino de regreso entre las densas colonias hasta sus guaridas individuales.¹¹²

Todas estas aves que se orientan de manera evidente por el olfato cuentan con grandes bulbos olfativos. Pero incluso especies con bulbos mucho más reducidos, como los pájaros cantores, parecen captar olores en el aire, la tierra y la vegetación y emplearlos para detectar a depredadores o plantas protectoras contra microbios dañinos. Los herrerillos comunes que alimentan a sus polluelos no entran en un ponedero si se ha impregnado con el aroma de una comadreja.¹¹³ Y detectan por el olfato la aquilea fresca, la menta de hoja redonda y la lavanda, y transportan fragmentos de ellas hasta sus nidos para proteger a sus polluelos de parásitos y bacterias patógenas.¹¹⁴ Unas pequeñas aves marinas llamadas mérgulos empenachados no dejan que sus bulbos olfativos de tamaño modesto les impidan zambullirse en un rito social olfatorio cada verano, consistente en enterrar la nariz en las nuca de otros mérgulos para averiguar su aroma, aroma que, según se dice, recuerda a las mandarinas recién peladas y sólo se aprecia durante la temporada de cría, si bien es lo bastante intenso como para resultar perceptible al olfato humano a una distancia de hasta ochocientos metros en la dirección del viento.¹¹⁵ Los

diamantes cebra de Timor, cuyos bulbos son diminutos, utilizan su sentido del olfato para detectar a sus parientes, tal como hacen los mamíferos, para evitar la endogamia y facilitar la colaboración con su familia.¹¹⁶

Ahora bien, ¿a qué responde la amplia variedad en el tamaño de los bulbos? ¿Reflejan estas discrepancias simplemente las distintas demandas de un olfato agudo planteadas por las diferentes presiones para buscar comida o por estilos de vida en sociedad divergentes?

Lucia Jacobs tiene otra explicación. Especialista en cognición y evolución cerebral, Jacobs plantea que el bulbo olfativo evolucionó primero en todos los vertebrados, incluidas las aves, no para cazar, para buscar comida, para esquivar a los depredadores, para comunicarse ni para aparearse, sino, afirma, para «que los animales pudieran descodificar y cartografiar patrones de fragancias con el fin de poder orientarse en el espacio».¹¹⁷ El universo de olores es superdinámico, dotado con señales en movimiento constante. «Exige una arquitectura neuronal adaptada al aprendizaje de patrones complejos», explica Jacobs. De hecho, ésta habría podido ser la principal fuerza impulsora en la evolución del aprendizaje asociativo, sugiere Jacobs, la capacidad de aprender y recordar la relación entre elementos no relacionados, como puede ser el olor de un determinado mineral o árbol y la dirección hacia el hogar. En la actualidad, el tamaño del bulbo en las aves se correlaciona más estrechamente con su capacidad de orientarse mediante señales olfativas y no con su capacidad para discriminar olores de alimento o protección frente a los depredadores. Así, por ejemplo, la paloma mensajera tiene un bulbo olfativo impresionantemente grande en comparación con sus primas, las palomas bravías, que no son mensajeras, a pesar de que en lo demás comparten su estilo de vida.

Determinadas aves con grandes bulbos olfativos parecen poseer, en efecto, una especie de mapa olfativo detallado. Anna Gagliardo, de la Universidad de Pisa, ha descubierto que las pardelas atlánticas, aves pelágicas del océano Atlántico, parecen usar mapas olfativos para orientarse por el mar.¹¹⁸ Las pardelas recorren los anchos océanos en busca de comida, pero cada año logran encontrar el mismo islote diminuto donde ponen y crían a sus polluelos.

Para averiguar cómo lo hacen, Gagliardo y su equipo extrajeron a dos docenas de pardelas de sus nidos en las Azores durante la época de anidación y las embarcaron en un carguero con rumbo a Lisboa.¹¹⁹ A algunas de las aves las equiparon con pequeñas barras magnéticas que codificaban su sentido magnético; a otras les lavaron las fosas nasales con sulfato de cinc, de tal manera que su sentido del olfato quedó temporalmente anulado. Una vez el buque se hallaba a centenares de kilómetros de la isla de anidación, las aves fueron puestas en libertad. Aquéllas con el campo magnético alterado encontraron el camino de regreso, mientras las que tenían el olfato neutralizado se hallaron completamente confundidas y vagaron por el océano durante semanas. Algunas jamás regresaron a sus islas.

Un mapa de navegación compuesto de olores no se parecería en nada a los mapas con dos coordenadas que estamos acostumbrados a ver. Jacobs imagina un sistema de cartografía dual para el espacio olfativo, basándose en el trabajo de Papi, Wallraff y otros investigadores.¹²⁰ La primera parte es un mapa a baja resolución compuesto de varias columnas de olor que se mezclan en distintos gradientes para crear una retícula que divide el espacio olfativo en subregiones que Jacobs denomina «barrios».¹²¹ Estas columnas olfativas pueden consistir en porcentajes diversos de los llamados compuestos orgánicos volátiles, sustancias químicas presentes en la atmósfera que podrían ser el origen de olores. Tras tomar muestras de aire en noventa y seis emplazamientos distintos en un radio de doscientos kilómetros de un palomar en el sur de Alemania, Wallraff descubrió que estos porcentajes aumentaban o disminuían a lo largo de gradientes espaciales relativamente estables.¹²² Para una paloma, los cambios en los porcentajes podrían traducirse en cambios de olor. Dicho de otro modo, cada zona tiene un olor distinto.

Imaginemos una paloma en su palomar. De una dirección llega aroma a limoneros y, de la otra, aroma a olivos. Si el ave vuela hacia los limoneros, el olor de los limones se hará más fuerte mientras que el de los olivos se atenuará. Si se deja una paloma en un «barrio» intermedio (pongamos, con un

veinte por ciento de limoneros y un ochenta por ciento de olivos), a partir de la mezcla concreta de gradientes inferirá la información para regresar a su hogar.

La segunda parte del mapa es una colección de puntos de referencia olfativos: mezclas de olores únicos o específicos de un lugar concreto. Imagine una interpretación olfativa de la estatua de la Libertad o de la torre de Londres.

La idea del mapa olfativo sigue suscitando un acalorado debate y encierra problemas importantes. Los olores se transportan por el aire y se desplazan con los vientos. De manera que se antoja improbable que puedan solidificarse para formar algún tipo de mapa de bicoordenadas estable. «Obviamente, la cuestión de la turbulencia ciernen su alargada sombra sobre esta hipótesis», afirma Jacobs. Pero a las aves y a otros animales se les da bastante bien descodificar las turbulencias, añade. Y resulta que la distribución de al menos algunos olores en la atmósfera es bastante estable y crea gradientes espaciales predecibles que podrían resultar útiles a los pájaros para orientarse a distancias de centenares de kilómetros, aunque probablemente no más allá.

Para complicar aún más el asunto, existe la posibilidad de que los olores actúen más como estímulo que como señal de navegación. Un estudio detectó que en las palomas jóvenes, los olores parecen activar otros procesos de navegación.¹²³ Si el estudio es cierto, afirma Richard Holland, oler aromas «no hogareños podría hacer que en el ave se activara un sistema de navegación basado en otras señales».¹²⁴

Con todo, un experimento reciente realizado por Holland y sus colegas demostró que mímidos adultos privados del sentido del olfato y desplazados desde Illinois hasta Princeton, Nueva Jersey, eran incapaces de corregir su desviación tal como sí hacía el grupo con el olfato activo.¹²⁵ Además, cuando los científicos exploraron el cerebro de las aves migratorias durante su *Zugunruhe*, detectaron actividad tanto en las zonas visuales como olfativas del cerebro, dato que sugiere que el olor, en efecto, desempeña algún papel en el comportamiento migratorio.¹²⁶ Simplemente no está claro cuál es ese papel.

La idea es fascinante: un mapa mental integrado, al menos en parte, por mosaicos de olores y señales aromáticas en forma de voluta. Jacobs cree que las aves podrían utilizar los sistemas de barrios a modo de mapa aproximado para establecer su posición general y determinar su dirección de vuelo. El sistema de puntos de referencia tarda tiempo en asimilarse, pero acabaría por generar un mapa a mayor resolución espacial. Así, de acuerdo con este planteamiento, el olfato podría proporcionar dos tipos de señales cartográficas. En el transcurso del tiempo evolutivo, sugiere Jacobs, el hipocampo se especializó en el procesamiento y la integración de estas dos vertientes de información olfativa. Con el tiempo, «aprendió» a integrar otros tipos de indicadores sensoriales, como las señales magnéticas y el sonido. Ello explicaría por qué el bulbo olfativo es un caso aparte en cuanto a escala cerebral. El cambio evolutivo que experimentaron algunas especies con el fin de utilizar otra información sensorial para orientarse redundó en que el bulbo olfativo menguara de tamaño.

A mí me resulta extrañamente estimulante que los mapas mentales de las aves continúen... cómo decirlo... sin mapearse. No existen pruebas irrefutables de que una única señal sensorial sea la más relevante. Qué señales emplea un ave concreta en un viaje concreto puede depender de la escala de dicho viaje, de lo que tenga más a mano, de condiciones ambientales (como un piragüista en medio de la niebla, podría recurrir a sistemas secundarios cuando los principales no están disponibles) o simplemente de sus propias predilecciones.

Por ejemplo, qué indicadores utiliza una paloma para regresar a su palomar puede depender de su experiencia vital y de sus propias elecciones estrafalarias. En el estudio que Blaser realizó de las palomas mensajeras, descubrió que estas aves nunca se dirigían en línea recta al destino; cada vez tomaban una ruta ligeramente distinta, «algo intermedio entre la dirección determinada por su brújula, los factores topográficos y sus estrategias de vuelo individuales», explica.¹²⁷ Mucho depende de cómo y dónde se críe una paloma. Una paloma criada en un palomar sin olores ambientales se orienta utilizando otros indicadores y no se ve afectada cuando se la priva del sentido

del olfato, de acuerdo con Charles Walcott.¹²⁸ De la misma manera, palomas de la misma nidada criadas en palomares distintos presentan respuestas diferentes a anomalías magnéticas: una consigue orientarse pese al extraño patrón magnético, mientras que la otra queda desconcertada y pierde el sentido de la dirección.

Además, los pájaros son también un tanto excéntricos y parecen emplear sus señales de orientación a su propio estilo. Walcott explica la anécdota de una paloma criada cerca de una colina prominente en Massachusetts. Cuando la liberaban en un lugar desconocido, siempre volaba hasta la montaña más cercana antes de regresar al palomar, a diferencia del resto de las aves criadas en el palomar. Otro palomo era un as orientándose a larga distancia, pero una vez se hallaba en un radio de unos diez kilómetros de su palomar, explica Walcott, parecía que se daba por vencido y aterrizaba en cualquier jardín.¹²⁹ En este terreno, como en todos los aspectos de la vida de las aves (y de los humanos), la idiosincrasia y el oportunismo podrían prevalecer.

Como un ejecutivo que disfruta teniendo dos teléfonos móviles y un ordenador portátil sintonizado con el Canal del Tiempo, una paloma podría basarse en todos los tipos de información disponible para guiarse. Podría usar señales múltiples y superfluas para orientarse, y mapas mentales distintos a todo lo que conocemos. Su retícula espacial, de hecho, podría no ser ni siquiera bicoordenada, sino multicoordenada, estratificada con una mezcla aún misteriosa de pistas solares, estelares y geomagnéticas, ondas sonoras y volutas de aromas indicadores, todo ello perfectamente integrado.

Esta idea parece enlazar con una nueva teoría acerca de la organización general de los cerebros de las aves... y también de los humanos.

En la jerga de la neurociencia, los cerebros se conocen como «sistemas de control distribuido masivamente paralelos». Hablando en plata, ello significa que contienen un número colosal de pequeños «procesadores», las neuronas, los cuales operan en paralelo pero están distribuidos por todo el cerebro. Así, el problema que afronta el cerebro es cómo aunar todos estos

recursos distribuidos, la totalidad de los conocimientos de un animal, para salvar un desafío (como la orientación) o reaccionar a circunstancias impredecibles (como una tormenta).

Esto recibe el nombre de integración cognitiva. El cerebro de una abeja, con sólo un millón de neuronas, la lleva a cabo. Y también el cerebro humano, con sus 100.000 millones de neuronas.

«Los humanos son hachas de la integración cognitiva», afirma Murray Shanahan, neurocientífico computacional del Imperial College London, pese a que admite que se producen multitud de errores, «como cuando retiro un codo del lavadero y vierto de nuevo la suciedad que contenía en el desagüe y provoqué una inundación».¹³⁰ (O el equivalente en sabiduría popular en materia de fregaderos de mi familia: cuando, minutos antes del gran banquete navideño, mi madre permaneció frente al fregadero consternada tras colar un perol de vino caliente para cincuenta directamente en el desagüe y quedarse con sólo un puñado de clavos de olor, granos de pimienta y hojas de albahaca húmedos para servir a sus invitados.)

La verdadera orientación es un triunfo de la integración cognitiva, afirma Shanahan. Para conseguirla se requiere un determinado patrón de conectividad cerebral. La información acerca de puntos de referencia, distancias, relaciones espaciales, recuerdos, vistas, sonidos y olores debe canalizarse en un núcleo de importantes regiones cerebrales y, a continuación, diseminarse por ellas. Ello, explica, «da lugar a una reacción integrada de la situación actual [del pájaro]».

Para averiguar cómo puede funcionar esta conectividad en un cerebro de ave típico, Shanahan organizó un equipo de neuroanatomistas para que analizaran estudios sobre cerebros de palomas.¹³¹ (Las palomas eran una buena especie modélica, afirma, porque son capaces de auténticas proezas cognitivas.) Basándose en más de cuarenta años de estudios de las rutas entre las regiones cerebrales en las palomas, el equipo creó el primer mapa a gran escala, o diagrama de conexiones, del cerebro de una paloma, en el cual demostraba qué regiones en un cerebro de ave típico se conectan para procesar información.

¿Y cuál fue la sorpresa?

Pues que el mapa que cartografió se parece mucho a los mapas de conectividad de los mamíferos, incluidos los humanos. Pese a que las aves poseen una arquitectura cerebral radicalmente distinta de la nuestra, en lo que se refiere a conectividad, sus cerebros parecen organizarse de un modo similar. Shanahan percibe en esta similitud lo que denomina un esquema común de cognición de alto nivel. En términos simplificados: se cree que el cerebro humano es una suerte de red de un micromundo, no muy distinta a Facebook. Diferentes módulos o regiones cerebrales están conectados por un número relativamente reducido de neuronas llamadas núcleos centrales. Estos núcleos centrales conectan con muchas otras neuronas, en ocasiones salvando grandes distancias, para proporcionar un corto enlace conectivo entre otros dos nodos de la red. (Piense en alguien con miles de «amigos» en Facebook.) Los nodos centrales que unen partes del cerebro importantes en la cognición, como la memoria a largo plazo, la orientación espacial y la resolución de problemas, componen en conjunto el «núcleo conectivo» del cerebro.

Shanahan descubrió que los núcleos centrales en el hipocampo de las palomas, en concreto, esenciales para la orientación, presentaban conexiones muy densas con otras partes del cerebro del ave.

La idea es la siguiente: si durante la migración una tormenta desplaza a un avefría europea o a un carricero común al otro lado del país, quizá la información que sus sentidos reúnen de todas las fuentes —los olores de mar y tierra, las firmas y anomalías magnéticas, la inclinación de los rayos solares y el patrón estelar de los cielos nocturnos— se canaliza hasta el núcleo conjuntivo de su cerebro, donde se integra y luego disemina a las regiones cerebrales que le ayudarán a guiarse hasta su tierra natal.

Por consiguiente, en el cerebro de un ave, una red de un micromundo puede crear un mapa del ancho mundo. De manera que un colibrí puede hallar la ruta hasta el comedero de David White cada primavera. Y un charrán ártico puede viajar como un misil guiado desde un polo luminoso a otro. Y una fría mañana de abril, tras haberse ausentado durante cinco años, *Whitetail*, la paloma de carreras, finalmente puede regresar a toda mecha a su hogar.



GORRIONLANDIA

Inteligencia adaptativa

«No sobrevive la especie más fuerte, ni la más inteligente [...], sino la que mejor se adapta a los cambios.» Tales palabras suelen atribuirse a Charles Darwin (y, para bochorno de la California Academy of Sciences, una vez se grabaron de este modo en su suelo de piedra), pero en realidad surgieron de la pluma del desaparecido Leon Megginson, profesor de marketing en la Universidad Estatal de Luisiana.

Me vienen a la mente las palabras del buen profesor una mañana de mayo temprano. Nos hemos reunido un grupo de personas para contar aves en primavera en el Crossroads Shopping Center del condado de Albemarle, en Virginia. Nuestros primeros avistamientos: un zanate norteño, un carpodaco doméstico y una familia de gorriones comunes anidados encima de un letrero que reza «LA LAVANDERÍA DE MAMÁ».

«Los llamamos “los pájaros del aparcamiento”», me indica mi amigo amante de las aves David White.

¿Dónde suelen anidar los gorriones? En los travesaños de los edificios y en las abrazaderas que sujetan los tubos de las cañerías a las casas. En los agujeros de ventilación situados bajo techos planos, en el interior de farolas y en macetas en el porche. Raramente lo hacen lejos de una estructura artificial. Una familia de gorriones anidó durante generaciones en una mina de carbón situada a cientos de metros bajo tierra, mantenida con vida por la comida que le llevaban los mineros. En una ocasión encontré un nido de gorrión en el tubo de escape de un sedán Toyota abandonado.

«¿Qué hacían estos pájaros antes de la civilización?», pregunta David.

Passer domesticus. Como sugiere su nombre en latín, el gorrión común es el polo opuesto a un ave migratoria. Como un huésped avasallador, se lo invita a entrar, pero a menudo alarga demasiado su estancia. Se convierte en un inquilino permanente en casi todas sus variedades y es asombrosamente sedentario y afín a la localidad de su hogar de elección, busca comida cerca de sus sitios de anidación y cría cerca de su colonia natal. Y, sin embargo, la rápida difusión del gorrión común por todo el planeta es legendaria.

En su libro *Biology of the ubiquitous house sparrow*, Ted Anderson recoge una teoría del origen del gorrión que revela la naturaleza de este pájaro.¹ Dicha teoría plantea que el gorrión siempre fue «un comensal obligado de los humanos sedentarios». Surgió como especie sólo después de la aparición de la agricultura en Oriente Próximo, hace aproximadamente diez mil años. Otras teorías sitúan su origen antes de eso, en torno a hace medio millón de años, basándose en pruebas fósiles halladas en una cueva cerca de Belén, en Palestina. En cualquier caso, el gorrión común se ha vuelto tan experto en adaptarse a cualquier entorno ocupado por los humanos que se lo ha apodado el oportunista por excelencia, nuestra sombra aviar.²

¿Requiere la habilidad del gorrión para adaptarse a hábitats humanos una inteligencia especial? ¿Qué sucede con las aves que no la poseen?

Éstas no son preguntas triviales. Las aves afrontan un desafío a una escala desconocida en su historia evolutiva. Dicho desafío es el resultado del Antropoceno, la nueva época de cambios realizados por el hombre que está contribuyendo a lo que se ha denominado la sexta extinción masiva.³ Los hábitats que las aves han ocupado durante millones de años están siendo ocupados por tierras de cultivo, ciudades y zonas residenciales en expansión descontrolada.⁴ Especies exóticas están desplazando a las autóctonas. El cambio climático está modificando las frecuencias de precipitaciones y las temperaturas que las aves emplean como referencia para alimentarse, migrar y criar. Muchas especies no toleran bien estos cambios. Algunas sí.

¿Tienen algo de especial los instrumentos cognitivos de los gorriones comunes y similares: palomas, tórtolas y las llamadas aves sinántropas, que sienten atracción por establecerse cerca de los humanos, un conjunto de

habilidades mentales que les permiten prosperar en un lugar por muy alterado o degradado que pueda estar?

O sucede quizá lo contrario. Tal vez los cambios que estamos ocasionando estén modificando a los propios pájaros, moldeando la naturaleza de sus cerebros y su comportamiento. ¿Estamos los humanos seleccionando una cierta raza de inteligencia aviar? ¿Un ingenio como el de los gorriones?

El ornitólogo Pete Dunn denomina al *Passer domesticus* el «gorrión de acera». ⁵ Antes de 1850 no había gorriones comunes en Norteamérica. Ahora hay millones de ellos. ⁶ Y todo el crédito es de ellos. Los primeros dieciséis gorriones que, según se cuenta, se introdujeron en Brooklyn en 1851 para controlar una plaga de polillas posiblemente no tomaran de inmediato el Nuevo Mundo, pero otro cargamento más voluminoso importado desde Inglaterra un año más tarde sí lo hizo, y a lo grande. ⁷ Las aves contaron con la ayuda de algunos individuos y de las sociedades de naturalización proclives a poblar sus jardines y parques con plantas y animales del Viejo Mundo, cosa que, sin duda, aceleró su expansión. Pero aun así, el éxito de su propagación es impactante.

Las inmigrantes hallaron una tierra que les encantó, con cereal y estiércol de caballo en abundancia. Se multiplicaron y dispersaron rápidamente, diseminándose por las zonas agrícolas, donde aprovecharon todas las fuentes de alimento que encontraron: cereales, frutos pequeños y hortalizas suculentas, como guisantes tiernos, nabos, coles, manzanas, melocotones, ciruelas, peras y fresas. Al poco se las consideraba una plaga importante. En 1889, apenas unas décadas después de la introducción del gorrión común, se formaron clubes de gorriones con el único objetivo de destruir a estos pájaros, y los funcionarios estatales ofrecían dos céntimos por cada gorrión muerto. ⁸

Poco después, las aves se habían propagado por todo Estados Unidos y Canadá y se habían adaptado a entornos tan extremos como el Valle de la Muerte, en California, a ochenta y cinco metros por debajo del nivel del mar, o las Montañas Rocosas de Colorado, a más de tres mil metros por encima del nivel del mar. También se desplazaron hacia el sur, hasta México, desde donde continuaron extendiéndose por Centroamérica y Sudamérica hasta Tierra del

Fuego y, a lo largo de la autopista transamazónica, hasta las selvas pluviales de Brasil. En Europa, África y Asia, se dispersaron hasta el norte de Finlandia, el Ártico, Sudáfrica y de punta a punta de Siberia.

Actualmente, el humilde gorrión común es el ave más propagada del planeta, con una población reproductora de unos 540 millones de ejemplares.⁹ Está presente en todos los continentes, salvo en la Antártida, y en islas de toda la Tierra, desde Cuba hasta las Indias Occidentales o las islas hawaianas, las Azores, Cabo Verde e incluso Nueva Caledonia. Ted Anderson escribe que puede estar sentado en su salón escuchando las noticias de prácticamente cualquier punto del mundo por la radio y la televisión y oye el característico cantar de los gorriones comunes.

Durante mi infancia en Maryland, al gorrión común se lo espantaba por considerar que era un pájaro «malo». No sólo molesto, beligerante y entrometido, sino además «matón», conocido por incordiar y desplazar a pájaros «buenos»: martines, petirrojos, chochines y, sobre todo, azulejos.

Se merecía la mala reputación. Cuando la científica Patricia Gowaty supervisó las cajas nido de azulejos en Carolina del Sur durante seis años a finales de la década de 1970 y principios de la de 1980, halló veintiocho azulejos adultos muertos en el interior. Veinte de ellos mostraban traumatismos violentos en la cabeza o el pecho; «dieciocho de ellos tenían la coronilla ensangrentada, estaban desplumados y tenían el cráneo agrietado», escribe. Observó gorriones comunes en dieciocho de las veinte cajas nido durante sus visitas antes y después de las muertes.

Pruebas circunstanciales, sin lugar a dudas. Gowaty no sorprendió a ningún gorrión común en el acto de martillar la cabeza de un azulejo. Pero, aun así, en tres ocasiones descubrió nidos de gorriones construidos sobre los cadáveres de las víctimas. El ala derecha de un azulejo muerto, escribió, «¡estaba desplegada y alzada, incorporada a la cúpula del nido de un gorrión común!». ¹⁰

El gorrión común podría calificarse adecuadamente como un matón o una rata con plumas y estigmatizarse como pernicioso e incluso asesino. Sin embargo, al margen de lo que diga nadie, se trata de un ave invasora

magnífica, con una habilidad superior para acomodarse prácticamente a cualquier lugar donde se instala. De las treinta y nueve introducciones de gorriones comunes conocidas, treinta y tres han resultado un éxito.¹¹

Durante los últimos quince años aproximadamente, Daniel Sol ha estado estudiando qué hace que un ave como el gorrión se amolde tan fácilmente a cualquier lugar. Sol, ecologista en el Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales español, lo denomina «la paradoja de la invasión»: «¿Por qué una especie ajena prolifera en entornos a los que no ha tenido oportunidad de adaptarse e incluso se vuelve más abundante que muchas especies nativas?». ¹² ¿Qué da a algunas aves ventaja frente a cambios radicales?

Imagine que un día docenas de especies de aves exóticas distintas fuera de su hábitat natural escapan de sus jaulas. Sol es capaz de predecir cuáles es probable que continuaran presentes veinte años después, armando escándalo alrededor de los bancos de los parques, graznando desde nidos colosales en postes telefónicos, reuniéndose en bandadas inmensas que ensombrecen el cielo y desplazando a las especies autóctonas. Basa sus predicciones en lo que ha inferido de observar los rasgos comunes de aves invasoras alrededor del mundo.

En el pasado, científicos que han estudiado el éxito de las aves se han centrado en la influencia de sus hábitos de anidación, sus patrones de migración, las dimensiones de sus puestas y su masa corporal. Hace unos años, Sol y su colega Louis Lefebvre decidieron comprobar si el tamaño del cerebro y la inteligencia podía tener algo que ver.¹³ En primer lugar analizaron los registros de aves invasoras de Nueva Zelanda y los alrededores, una región que ha sufrido la presencia de fauna exótica de todo tipo. De las treinta y nueve especies de aves introducidas en Nueva Zelanda, diecinueve se convirtieron en especies invasoras; las otras veinte, no.

Cuando el dúo de científicos exploró las características de las diecinueve especies introducidas que «arraigaron» y las que no lograron establecerse, afloraron dos diferencias pronunciadas. Las invasoras de más éxito tenían un

cerebro más grande. Y también desplegaban un comportamiento más innovador y flexible, del tipo que Lefebvre documentó en su escala de cociente intelectual aviar.

Cuando más adelante Sol analizó 428 especies de ave que habían invadido regiones de alrededor del mundo, el patrón se mantuvo.¹⁴ Las colonizadoras con mayor éxito eran inteligentes e inventivas. Entre las intrusas, contaban con buena representación los reyes de la innovación que ya conocemos, los córvidos: el cuervo casero en África, Singapur y la península arábiga; el cuervo picudo en Japón, y el cuervo grande en el sudoeste americano. En todos los casos se trata de aves con cerebros grandes... y a todas se las considera plagas en las regiones que han invadido.

Los anfibios y reptiles que han logrado colonizar nuevos territorios también poseen un cerebro mayor que sus iguales con menos éxito, como ocurre con los mamíferos, incluido el *Homo sapiens*, el llamado simio colonizador, invasor de prácticamente todos los hábitats terrestres existentes en el planeta.¹⁵

Un cerebro grande tiene su coste en términos de desarrollo y mantenimiento. Pero se cree que potencia la supervivencia de las aves al permitirles ajustarse rápidamente a desafíos ecológicos inusitados, novedosos o complejos, como encontrar nuevo alimento o evitar a los depredadores con los que no están familiarizados. Este hecho recibe el nombre de hipótesis del búfer cognitivo. Un cerebro grande sirve al animal de «búfer» o amortiguador frente a los cambios ambientales, al permitirle adaptarse a recursos nuevos, como probar nuevos alimentos y explorar nuevos objetos y situaciones que una especie más «programada» tendería a evitar. En otras palabras, le permite ser lo bastante flexible para hacer las cosas de otra manera. Para que un ave se implante con éxito en un entorno nuevo o modificado, afirma Sol, debe ser diestra innovando.¹⁶

Normalmente no hay mucho alimento para un ave alrededor de una zona de estacionamiento o un rascacielos. No obstante, en Normal, Illinois, dos ecologistas observaron a los gorriones comunes abrirse camino entre una fila de automóviles aparcados e ir recogiendo los insectos atrapados en los

radiadores.¹⁷ También se ha observado a gorriones buscando insectos a última hora de la noche en los focos que iluminan el mirador del Empire State Building, a ochenta pisos de altura (lo cual demuestra, destacó un observador, que «Manhattan no es un desierto ornitológico»¹⁸).

Éstas no son más que un par de páginas del libro de estratagemas del gorrión común. En su recuento de comportamientos aviares inventivos, Louis Lefebvre estudió ochocientos ocho especies. A muchas aves sólo se les podía atribuir una innovación. Al gorrión común, cuarenta y cuatro.

El gorrión es célebre por anidar en lugares inusuales, como travesaños, canalones, tejados, soffitos, conductos de respiración de desvanes, ventilaciones de secadoras, cañerías, prácticamente cualquier lugar imaginable. Un biólogo de Misuri descubrió un sitio de anidación verdaderamente novedoso al detectar a unos gorriones transportando comida hasta un surtidor operativo en una gasolinera de McPherson, Kansas.¹⁹ Al inspeccionar los surtidores averiguó que contenían tres nidos, todos ellos con crías. Dos de los nidos se hallaban en movimiento constante, pues con cada nuevo ciclo del surtidor se balanceaban unos cincuenta centímetros arriba y abajo cada pocos segundos.

Además, los gorriones comunes forran sus nidos con algunos materiales insólitos, como plumas arrancadas a aves vivas, por ejemplo, en ocasiones por centenares. Durante un período de una semana en primavera, un observador de la Universidad de Victoria en Wellington, Nueva Zelanda, sorprendió a varios gorriones en flagrante, arrancándole plumas directamente de las ancas a una paloma adulta que estaba incubando, a un ritmo de unas seis o siete por hora.²⁰ «Normalmente, el gorrión llegaba a la repisa —escribió—, saltaba sobre la espalda de la paloma, le arrancaba una única pluma del contorno y desaparecía volando.»

En algunas ciudades es posible encontrar colillas de cigarrillo en los nidos de los gorriones, las cuales funcionan como eficaces repelentes de parásitos.²¹ Las colillas consumidas retienen grandes cantidades de nicotina y otras sustancias tóxicas, incluidos rastros de pesticidas que repelen a todo tipo de sabandijas repulsivas y nocivas, un nuevo uso ingenioso de materiales.

En lo tocante a la búsqueda de comida, los gorriones comunes son particularmente exploratorios e inventivos.²² Van adonde haya comida, al margen de lo extraño que pueda ser el lugar o el alimento. Comen materia vegetal, sobre todo semillas, pero también flores, capullos y hojas, así como insectos, arañas, lagartijas, geckos y algún ratoncito esporádico, por no mencionar el amplio abanico de desechos humanos. Y sus técnicas de búsqueda de comida también son poco convencionales. Se ha visto a gorriones arrancando metódicamente insectos de las telarañas que se extendían por los barandales de las riberas del río Avon, en Inglaterra.²³ En la isla hawaiana de Maui, han dominado la técnica de robar bocados de los balcones de los turistas que desayunan en los gigantescos hoteles del frente marítimo.²⁴ En lugar de patrullar los centenares de balcones que hay frente al mar, los gorriones se posan en las paredes de hormigón que los separan y esperan a que se sirva el desayuno. Ello les ahorra la energía que podrían gastar volando de un lado para otro para comprobar quién está desayunando o en sobrevolar delante de un balcón a la espera de que lleguen los bollos recién horneados.

Ahora bien, quizá su proeza prometeica más célebre sea una que desafió un imaginativo invento humano. Hace unos años, un par de biólogos observaron sorprendidos a la par que deleitados cómo unos gorriones comunes en una estación de autobuses neozelandesa abrían una puerta corredera automática que conducía a una cafetería.²⁵ Las aves, o bien volaban lentamente frente al sensor y revoloteaban frente a la puerta, o bien se posaban en la parte alta de ésta, se inclinaban hacia delante y encorvaban el cuello hasta que sus cabezas activaban el dispositivo. Lo hicieron en dieciséis ocasiones en cuarenta y cinco minutos. Hacía sólo dos meses que se había instalado la puerta automática, pero los gorriones habían conquistado fácilmente su funcionamiento. La parte superior del sensor estaba cubierta de excrementos de pájaro.

Este ardid se detectó en otros puntos de Nueva Zelanda. Según un informe, se vio a un gorrión en el Dowse Art Museum de Lower Hutt, Nueva Zelanda, abriendo unas puertas automáticas dobles que conducían a la cafetería.²⁶ Unos minutos más tarde, el gorrión activó ambos sensores para volver a salir al exterior. El personal de la cafetería estaba familiarizado con el pajarillo (al que habían bautizado con el nombre de *Nigel*), al cual habían

observado activar los sensores en multitud de ocasiones en los nueve meses precedentes. Pese a la presencia de gorriones y puertas automáticas con el mismo sistema de sensores en muchos países, indicaron los observadores, no lograron hallar informes de esta proeza en ningún otro lugar, aparte de en Nueva Zelanda. «Parece que o ningún ornitólogo extranjero ha informado de tal observación —escribieron— o que algunos gorriones de Nueva Zelanda son más inteligentes que los de otros países.»

Compárese todo ello con el vuelvepiedras rojizo, una pequeña ave zancuda cercana a la base del tótem del comportamiento innovador. En su libro *The Wind Birds*, Peter Matthiessen describe un experimento temprano relativo al comportamiento de las aves playeras realizado por el naturalista inglés del siglo XVIII Mark Catesby: «Catesby proveyó a un vuelvepiedras rojizo con piedras para girar, la mejor manera de observar cómo se alimenta esta ave, tal como su nombre indica. En una época en la que los experimentos científicos eran menos complejos que en la actualidad, se proporcionaron al ave sistemáticamente piedras bajo las cuales no había nada y “al no hallar bajo ellas el alimento habitual, murió”». ²⁷

La mayoría de los vertebrados se muestran, o bien recelosos, o bien indiferentes ante objetos extraños. En cambio, la novedad, en sus múltiples variantes, no parece perturbar al gorrión común. Cuando Lynn Martin de la Universidad de Florida del Sur, Tampa, comprobó la tolerancia del gorrión a objetos nuevos, como una pelota de caucho o una lagartija de plástico de juguete, colocándolos cerca de comederos llenos de semillas, se llevó una sorpresa. ²⁸ Los gorriones comunes no sólo se mostraron impertérritos ante tales objetos extraños, sino que parecieron sentir atracción por ellos y no tuvieron problema en acercarse a los platos llenos de comida en presencia de la pelota o la lagartija. Martin indicó que era la primera vez en que se informaba de que un objeto nuevo resultaba atractivo para un vertebrado (aparte de para el ser humano).

Para invadir un lugar nuevo, hay que sentir una cierta atracción por la novedad.

Y también por la vida en grupo.

Los gorriones son gregarios. No les gusta comer en soledad, ni bañarse solos ni descansar solos. Se alimentan en bandadas, llamando a otros para que se les unan en la comida. Se posan en congregaciones que varían en número entre unos cuantos ejemplares y centenares de ellos o, en ocasiones, incluso miles.

La vida en grupo ofrece claras ventajas a los gorriones, como sucede en el caso de otras aves. Una es la protección frente a los depredadores (casi cualquier animal se come a un gorrión común, así que, cuantos más ojos vigilantes, mejor). Otra es que permite hallar comida más rápidamente. Un ave que llegue a un posadero común con el buche visiblemente lleno procedente de una dirección concreta puede apuntar a zonas donde pueda encontrarse alimento, así como a una ruta de viaje rápida.

Además, se ha demostrado que los grupos más populosos de gorriones parecen resolver los problemas con más celeridad que los individuos sueltos o los grupos reducidos, al menos según el trabajo reciente realizado por András Liker y Veronika Bokony en la Universidad de Pannonia, Hungría. La pareja ha descubierto que los escuadrones de seis pájaros superan de manera fácil y consistente a los grupos de dos en la tarea de abrir un contenedor de alpiste peliagudo, una caja de plexiglás transparente con agujeros taladrados en la tapa.²⁹ Cada uno de los agujeros se selló adhiriendo un pequeño trocito de caucho negro a modo de tapón. Para acceder a la semilla, los gorriones tenían que, o bien retirar la tapa deslizándola, o bien picotearla vigorosamente hasta soltarla. Las bandadas de seis superaron a las parejas en todos los sentidos. Abrieron cuatro veces más tapas, fueron once veces más veloces resolviendo el problema y accedieron al alpiste siete veces antes. En suma, los grupos más grandes obtuvieron un éxito unas diez veces superior a las parejas. Los científicos atribuyeron la mejor actuación de las bandadas a las probabilidades de incluir aves con habilidades, experiencias y temperamentos diversos: «Los grupos grandes progresan porque es más probable que contengan una gama diversa de individuos —escribe el equipo—, algunos de los cuales tienen gran capacidad para resolver problemas».

La investigación en otras especies aviares así lo confirma. Entre los turdoides árabes (o tordalinos arábigos), por ejemplo, «una vez un individuo del grupo aprende una tarea, el resto la asimila de manera relativamente rápida —afirma Amanda Ridley—. Es más probable que las nuevas habilidades se adquieran en grupos grandes».³⁰

Así ocurre también en el caso de los humanos. Los estudios demuestran que los grupos reducidos pero variados de entre tres o cinco personas dominan las tareas intelectuales más rápidamente que incluso los individuos más brillantes.³¹ El psicólogo Steven Pinker llega a afirmar que la vida en grupo y la oportunidad que brindó a nuestros ancestros de aprender entre sí configuraron el escenario para la evolución de una inteligencia similar a la humana.³²

Las aves invasoras afrontan constantemente situaciones nuevas y desafiantes que requieren soluciones novedosas, a las cuales los grupos llegan más rápidamente que los pájaros solitarios.³³ «Para especies como los gorriones que residen en hábitats sometidos a cambios continuos por parte de los humanos —afirman los científicos húngaros—, dos cabezas definitivamente piensan mejor que una.»

De todo ello se infiere que la cabeza de un gorrión no es necesariamente igual a la de otro.

Quien posea una mascota sabe que cada animal es único. Sin embargo, durante largo tiempo, la variación entre miembros de una sola especie de aves se consideró una mera interferencia. Se suponía que todos los pájaros con un mismo plumaje tenían que comportarse de una manera parecida. «Existe una gran tendencia a ver a un animal hacer justo lo que se supone que tiene que hacer», advirtió el ornitólogo Edmund Selous.³⁴ Sin embargo, «la uniformidad de acción es proporcional a la escasez de observación. [...] El verdadero naturalista debería ser un Boswell, y cada animal debería ser, para él, un doctor Johnson».³⁵ Las aves son individuos y responden de manera individual a toda suerte de situaciones: qué pistas emplean para navegar, cómo reaccionan a moléculas como la oxitocina, si buscan aparearse fuera de la pareja y cómo afrontan la novedad.³⁶ Como nosotros, su carácter y

comportamiento varía. Sospecho que estas conductas variables residen en lo que llamamos «mente». Sin embargo, también se reflejan en el cuerpo, en el modo como un ave concreta reacciona al estrés, por ejemplo. Un estímulo estresante que suscita una reacción potente en un pájaro (por ejemplo, la lucha o huida) puede tan sólo erizarle una pluma a otro. John Cockrem, de la Universidad de Massey en Nueva Zelanda, cuyo campo de estudio son las reacciones al estrés en pingüinos pequeños y otras aves, ha descubierto que las aves individuales responden de manera muy dispar a los estresores ambientales.³⁷

Y estas diferencias pueden ser importantes para los gorriones que se adaptan a entornos nuevos o inestables. Al afrontar, pongamos por caso, un lugar peligroso como una ciudad, conviene camuflarse.

Lynn Martin ha sorprendido a gorriones comunes en el acto de infiltrarse en nuevo territorio, lo cual le ha abierto una pequeña ventana por la cual asomarse a los rasgos que caracterizan a los valientes pájaros que se sitúan en la vanguardia de una invasión.³⁸ Martin, fisiólogo ecológico, estudia los gorriones comunes que hoy en día pululan sobre Kenia. Estos pájaros se introdujeron en un origen en la ciudad litoral de Mombasa en la década de 1950, probablemente en barcos procedentes de Sudáfrica.³⁹ Martin empezó a estudiarlos mientras cursaba su doctorado en 2002, cuando los gorriones aún eran aves poco frecuentes en Kenia. Ahora son pájaros comunes en ciudades hasta la frontera con Uganda.⁴⁰ (Como Ted Anderson, Martin utiliza el trino de los gorriones que oye en la radio y en la televisión para supervisar su propagación en Kenia.) Él y sus colegas utilizan la distancia de Mombasa como un indicador de la edad de las poblaciones de gorriones. Observan las diferencias entre las poblaciones viejas del lugar de introducción original y las nuevas poblaciones en los márgenes del hábitat ampliado, en ciudades como Nairobi, Nakuru y Kakamega.

Las aves que habitan más allá de Mombasa, en la punta de lanza de la invasión, han desarrollado mejores sistemas inmunitarios.⁴¹ Asimismo, liberan más hormonas del estrés, conocidas como corticosteronas, tras ser apresadas. Los científicos apuntan a que las hormonas del estrés permiten a los pájaros reaccionar más rápidamente a los estresores, sobrevivirlos y, quizá, recordarlos.⁴²

A los gorriones pioneros también les gustan los alimentos nuevos. Cuando Andrea Liebl, la alumna de posgrado de Martin, les dio alimentos tan curiosos como fresas liofilizadas y comida para perros a modo de prueba, descubrió que los gorriones de las poblaciones más antiguas y establecidas no sentían ningún interés por aquellas novedades extrañas, ni siquiera cuando estaban muy hambrientos.⁴³ En cambio, las aves a la vanguardia descendieron, sin dudarlo ni un instante, sobre las fresas y la comida de perro.⁴⁴ En los confines del hábitat de un pájaro, es probable que los alimentos y otros recursos sean novedosos, explica Liebl. De manera que los ejemplares dispuestos a probar cosas nuevas contarán con una gran ventaja. De lo contrario, podrían morir de hambre.

Si es tan ventajoso mostrarse abierto a la novedad y flexible en los hábitos de alimentación y búsqueda de comida, ¿por qué no adoptan todos los gorriones estos rasgos?

Porque son arriesgados. La flexibilidad comporta peligros. La curiosidad puede matar al pájaro tanto como al gato. Explorar lo nuevo y lo ignoto consume tiempo y energía, y puede acarrear problemas. Probar un alimento nuevo conlleva el riesgo de probar una nueva toxina o un patógeno que contenga.

Las garzas azuladas son célebres por su alimentación experimental, siempre prestas a probar todo tipo de presa grande difícil de manejar, como serpientes, siluros forrajeros, cótidos y otros peces espinosos. Recientemente, una garza frente a la costa de Biloxi, Misisipí, se adentró en terreno inexplorado al catar el reino de los elasmobranquios.⁴⁵ Era un día tranquilo de noviembre. Un grupo de científicos del Dauphin Island Sea Lab vio una garza justo frente a la costa atacando algo bajo el agua una y otra vez, sin éxito. A continuación, su cabeza desapareció bajo la superficie durante un rato y emergió con una *Daysatis sabina*, de la especie de las rayas, empalada en el pico. Muchos animales comen elasmobranquios, incluidas las orcas, las focas peludas y todo un abanico de tiburones. Pero ¿las aves? La raya «se retorció y agitaba la cola y la espina venenosa adelante y atrás» en el pico de la garza,

afirmaron los científicos. Tras doce minutos de refriega, la garza consiguió sujetar a la raya con firmeza en el pico, ensanchar su esófago y tragársela de golpe, al parecer sin malestar.

Un pelícano pardo hallado muerto en la costa de Baja intentó hacer lo mismo, pero sin éxito.⁴⁶ El pájaro tenía la espina de la cola de una raya con púa incrustada en la garganta y había fallecido, supuestamente por atragantamiento o envenenamiento. «Prueba de que el oportunismo es un modo de vida peligroso», sentenciaban los observadores.

Los keas, esos loros inteligentes y juguetones endémicos de Nueva Zelanda, lo consumen prácticamente todo. Comen un centenar de especies de plantas, insectos, huevos, crías de aves marinas y cadáveres de animales, lo cual podría explicar que hayan sobrevivido a las extinciones masivas ocasionadas por el asentamiento en la isla de los seres humanos. Incluso probaron las ovejas introducidas en su hábitat alpino en la década de 1860, alimentándose primero de ejemplares muertos y luego desarrollando una nueva estrategia de búsqueda de alimento consistente en cabalgar a lomos de ovejas vivas para darse un banquete a base de su grasa y tejido muscular.

Los mismos rasgos que ayudaron a los keas a sobrevivir en un entorno hostil durante la mayoría de su historia evolutiva últimamente los han puesto en peligro. Esta innovación de alimentarse de ovejas hizo que no se granjearan el cariño de los granjeros, quienes pusieron precio a su cabeza, lo cual derivó en la muerte de unos ciento cincuenta mil ejemplares. Las tendencias investigadoras de las aves en pistas de esquí, zonas de estacionamiento y vertederos de basura ponen en peligro a los entre mil y cinco mil individuos restantes. Un kea en la población alpina de Mount Cook se metió en problemas por su habilidad de abrir las tapas de los cubos de basura.⁴⁷ Fue hallado muerto con veinte gramos de un material líquido oscuro en su buche. ¿La causa del deceso? «Toxicidad por metilxantinas tras la ingesta oportunista de chocolate negro.»

En suma: es peligroso explorar lo nuevo y lo desconocido. La estrategia de buscar y probar alimentos o cobijos alternativos puede beneficiar a un gorrión común cuando se instala por vez primera en un entorno con el cual en gran parte no está familiarizado. No obstante, como sugiere Lynn Martin,

«Comer algo nuevo (y posiblemente asqueroso) multiplica los riesgos, incluido el de infección».⁴⁸ Una vez las aves se han establecido en un lugar, pueden cambiar de estrategia y mantenerse fieles a lo conocido.⁴⁹

Por otra parte, resulta ventajoso contar con personalidades misceláneas: unos cuantos ejemplares arriesgados a quienes imitar (o no, si su comportamiento es imprudente) y otros que prefieran ir sobre seguro.

En resumidas cuentas, he aquí la receta para el éxito del gorrión común:

- El gusto por la novedad.
- Una pizca de innovación.
- Un chorrito de atrevimiento.
- Y, quizá, una inclinación por vivir en bandadas mixtas.⁵⁰

Añádase a ello su pasión por hábitats que han devenido generalizados en este planeta y su capacidad por empollar varias veces durante una sola temporada reproductiva. (Este último factor, denominado «estrategia de apuesta segura», reduce los costes en adecuación de los intentos de puesta fallidos, según afirma Daniel Sol, y «parece ser especialmente útil en entornos urbanos, donde el riesgo de fracaso reproductivo puede ser elevado».)⁵¹ Viértase todo en la batidora y el resultado será un ave con una capacidad de adaptación consumada, capaz de cambiar fácilmente a un nuevo alimento, de aplicar una estrategia innovadora de búsqueda de comida o de emplear un lugar poco común para anidar. Se trata de un tipo distinto de genialidad. En este caso, «la medida de la inteligencia es la capacidad para cambiar». Darwin no lo dijo, pero supuestamente Einstein sí.

El gorrión común no es el único pájaro que ha aprendido a amar la basura y a anidar en tuberías de desagüe. Muchas otras especies, como las palomas, los cuervos y unos cuantos pájaros cantores pequeños, son sinántropas, es decir, que están preparadas para vivir en entornos transformados de manera radical, como las ciudades, donde abundan las oportunidades nuevas y también peligros como automóviles, tendidos eléctricos, edificios y ventanas. (En

Toronto, por ejemplo, veinte edificios han ocasionado la muerte por colisión de más de treinta mil aves.)⁵² Daniel Sol y sus colegas estudiaron ochocientas especies alrededor del mundo e identificaron unas cuantas que son, en palabras de Sol, «auténticas aprovechadoras urbanas que han alcanzado densidades más altas en las ciudades que en entornos naturales».⁵³ Entre éstas figuran varios integrantes de las familias del cuervo americano, el mirlo común y la paloma. El equipo recopiló una lista de los rasgos y comportamientos más comunes que permiten a estos pájaros vivir en las ciudades. Los principales son un cerebro grande y la capacidad de lidiar con alimentos extraños, los peligros del tráfico, la iluminación perpetua y el ruido constante. Entre los pájaros cantores, por ejemplo, la acomodación musical es clave: la voluntad y la capacidad de cambiar la frecuencia de sus trinos en función del zumbido de las ciudades, del murmullo, del rugido y del retumbo de las frecuencias más bajas. Recientemente, investigadores canadienses descubrieron que, cuando hay mucho ruido del tráfico, los carboneros cabecinegros entonan su *fibi* a frecuencias más altas para que pueda oírse por encima de la cacofonía urbana de bajas frecuencias.⁵⁴ Cuando el estrépito disminuye, revierten a su melodía familiar más grave, lenta y musical. «La extraordinaria flexibilidad vocal que exhiben los carboneros podría ser un motivo que explica su prosperidad en entornos urbanos», afirman los investigadores. Los petirrojos europeos sortean el sonido urbano cantando en la quietud de la noche.

Las ciudades han sido denominadas máquinas de aprendizaje. Y sin duda hacen a las aves inteligentes más inteligentes aún.

* * *

¿Qué aves no son capaces de sobrevivir en la jungla urbana? Las que se caracterizan por no parecerse a los gorriones, aves asustadizas o de costumbres inamovibles. Las aves a las cuales asusta el bullicio humano tanto que abandonan el nido o que entran en bucle por la iluminación constante. Las aves con un cerebro pequeño, las inflexibles, las especialistas.

Lo mismo se aplica a los pájaros que viven en tierras de labranza, incluso las situadas lejos de las ciudades y las zonas residenciales. Un equipo de científicos analizó las tendencias en las poblaciones de aves que habitaban

en las tierras de labranza del Reino Unido a lo largo de un período de treinta años y descubrió declives espectaculares en las especies de cerebro reducido, como los parúlidos y los gorriones molineros, mientras que las especies con cerebros relativamente grandes, como las urracas y los páridos, se habían adaptado de manera notable.⁵⁵ Las aves más específicas acerca de sus hábitats y sus presas parecían ser las que más sufrían.

Nuevos datos directos extraídos de las granjas y las junglas de Centroamérica así lo confirman. Durante una docena de años, biólogos de la Universidad de Stanford han contado las aves en tres tipos distintos de hábitat en Costa Rica: las reservas forestales relativamente vírgenes, las tierras de labranza «mixtas» (con distintos tipos de cultivos y salpicadas con pequeños bosquecillos) y, por último, grandes plantaciones de cultivo único intensivo de caña de azúcar o piña.

En un período de doce años en cuarenta y cuatro cortes transversales de población aviar distintos, los miembros del equipo contaron ciento veinte mil aves de quinientas especies diferentes. Para su sorpresa, las tierras de labranza mixtas contaban con tantas especies como las selvas vírgenes. Pero a los científicos no sólo les interesaba dejar constancia de la diversidad de especies. Querían saber si existía una diversidad *evolutiva*, aves de ramas distantes del árbol evolutivo.

Y sus hallazgos fueron reveladores.

En los paisajes agrícolas, alterados y arados de continuo por humanos, la mayoría de las aves presentes eran miembros de especies estrechamente relacionadas que se adaptan con facilidad al cambio, sobre todo gorriones y mirlos que habían evolucionado como especies separadas sólo en el último par de millones de años. No había representantes de las ramas más alejadas de estas aves en el árbol evolutivo, como el tinamú grande, un ave fornida de pelaje moteado y no voladora que se escindió de los mirlos y los gorriones hace unos cien millones de años. El tinamú sólo prospera en un hábitat selvático específico, donde su plumaje en tonos grises y marrones apagados se camufla con el follaje. (Aunque no ocurre así necesariamente con sus huevos, célebres por su brillo y sus espectaculares colores: verde lima, azul cielo y marrón púrpura cobrizo.)

Para los interesados en preservar la diversidad aviar, esto plantea una cuestión importante. ¿Evolucionan más rápidamente los linajes de las aves inteligentes y adaptables, como los gorriones y los mirlos, y generan así más especies nuevas? Las investigaciones realizadas por Daniel Sol y sus colegas sugieren que podría ser así.⁵⁶ El número de especies varía enormemente entre los distintos grupos de aves. Los paséridos (gorriones y pájaros cantores relacionados) engloban 3.556 especies, mientras que los odontofóridos (codornices y sus parientes) sólo incluyen seis especies. En estudios taxonómicos, Sol ha demostrado que las especies con el cerebro grande que son innovadoras, adaptables y buenas invasoras de nuevos entornos se diversifican a mayor velocidad. Esto incluye grupos con multitud de especies, como los córvidos, los loros y las aves de rapiña, capaces de ajustar su comportamiento alimentario.

Esta hipótesis recibe el nombre de teoría conductual de la motivación. La idea es la siguiente: las aves individuales que adoptan un hábito nuevo se exponen a un nuevo conjunto de presiones selectivas. Dichas presiones pueden propiciar determinadas variaciones o mutaciones genéticas que mejoran la eficacia del ave para vivir de un modo nuevo o en un nuevo contexto. Las aves con tales variaciones divergen del resto de la población. Dicho de otro modo: los comportamientos innovadores fomentan nuevos rasgos, que generan la aparición de nuevas especies. A lo largo del tiempo evolutivo, por ende, las aves oportunistas capaces de cambiar con facilidad una fuente de alimento por otra o de utilizar una nueva técnica para buscar comida han dado lugar a más especies que las aves menos adaptables.

Ello permitiría explicar por qué hay cerca de ciento veinte especies de córvidos y sólo un puñado de ratites, aves no voladoras como el avestruz o el emú. También plantea la cuestión de si los humanos, al crear entornos nuevos e inestables, estamos cambiando la esencia del árbol genealógico aviar.

Incluso en los picos montañosos remotos de bosques vírgenes, las aves de linajes antiguos notan la onda expansiva de los efectos humanos, en este caso no a causa de la intrusión de las ciudades y granjas, sino de algo más ubicuo.

A principios de 2014, dos jóvenes investigadores, Ben y Alexandra Freeman, de la Cornell University, descubrieron que el setenta por ciento de las especies de aves que poblaban las montañas de Nueva Guinea (ochenta y siete especies) habían cambiado de hábitat, desplazándose de media unos ciento cincuenta metros ladera arriba en el pasado medio siglo para escapar del ascenso de las temperaturas provocado por el calentamiento global.⁵⁷ A Ben Freeman le fascina que, en los trópicos, la mayoría de las aves de montaña habiten en franjas de elevación muy angostas. «Me maravilla ascender por una colina a través de un bosque donde una especie determinada está ausente, llegar a otro bosque donde esa especie abunda y, finalmente, a un nuevo bosque donde vuelve a no tener presencia, todo ello en el transcurso de quince minutos de ascenso por terreno pronunciado», explica.⁵⁸ Y así ocurre, al margen de la aparente similitud del bosque en su ascenso y de la capacidad de las aves de volar a elevaciones de mayor o menor altitud. «¿Se trata acaso de una situación a lo Ricitos de Oro, donde otras altitudes son demasiado calientes o demasiado frías?», se pregunta.

Eso parece.

En el monte Karimui, un volcán extinto en la isla principal del archipiélago, el hábitat de la magnífica ave del paraíso ha ascendido más de noventa metros a resultas de un calentamiento de sólo 0,5 °C. «Debido a que una montaña es como una pirámide —afirma—, hay menos zona de hábitat disponible a medida que van ascendiendo. Estas aves se están viendo constreñidas tanto por las temperaturas como por el espacio.» La petroica aliblanca, por ejemplo, que habitaba en los trescientos metros superiores de las montañas hace cincuenta años, ahora se ve obligada a hacinarse sólo en los ciento veinte metros más altos.

Se prevé que las temperaturas en Nueva Guinea asciendan otros 2,5 °C de aquí a finales de siglo. Cuatro especies de aves en busca de temperaturas más frías ya han alcanzado la cima del monte Karimui y no tienen otro sitio adonde ir. Estas aves especializadas de antiguo linaje parecen subir por el camino hacia la extinción local. Un aumento de uno o dos grados más eliminará su zona térmica en esa montaña, trasladándola al cielo.

Cerca de donde vivo hay una pequeña montaña que me gusta visitar, llamada Buck's Elbow. No se trata de un monte exótico como el Karimui, sino simplemente de una vieja colina de Virginia. Es un lugar al que acudo en busca de perspectiva y para disfrutar de vistas despejadas. La cumbre está desarbolada, casi como un brezal irlandés, y en los días claros ofrece una vista panorámica de 360 grados de los montes Apalaches que la circundan. Sin embargo, en esta tarde de primavera la envuelven las nubes. Un manto de niebla se ha abatido sobre ella, la ha rodeado y ha amortiguado todo sonido.

La cima de Buck's Elbow siempre ha estado pelada, pero las laderas en su día estuvieron cubiertas de matorrales viejos, que se talaron largo tiempo atrás, como gran parte de los bosques originales en el este de Estados Unidos. En una ocasión vi un mapa mundial del impacto humano que reflejaba que sólo un quince por ciento de la superficie terrestre planetaria ha escapado a la huella humana.⁵⁹ Poblaciones y ciudades, granjas, carreteras e iluminación nocturna están presentes en todo el mundo, salvo en esa estrecha porción del pastel terrestre. E incluso donde no lo están, como en el monte Karimui, el planeta está cambiando. Los cálculos sitúan el aumento de las temperaturas globales en entre 1,7 y 4 °C en los próximos sesenta años.

En estas regiones, todo parece florecer antes que en el pasado. Los manzanos de mayo abren sus tímidas florecillas blancas a mediados de abril. Las zapatillas de dama amarillas revisten las laderas casi un mes antes de lo que solían hacerlo.

Hace sólo unos días, en un parquecito cercano a donde me encuentro, divisé una cría de azulejo gorgicanelo en la rama de un algarrobo. Apenas dos o tres semanas después de romper el cascarón, aún tenía esa mirada bobalicona de pajarillo recién nacido, el pico entreabierto, la cola corta y plumas puntiagudas en la cabeza. El ornitólogo que se encontraba conmigo se mostró atónito. «Es inaudito que las crías de azulejos ya hayan roto el cascarón en abril en esta zona. Es demasiado pronto.»

El clima de Virginia está «descendiendo de latitud», como dicen. De acuerdo con las proyecciones de The Nature Conservancy, el estado será tan cálido como Carolina del Sur en torno a 2050 y cincuenta años después presentará unas temperaturas elevadas similares a las del norte de Florida.⁶⁰ El aumento de las temperaturas está cambiando el calendario de las aves

residentes y también está desplazando el hábitat de las especies templadas hacia los polos. Hace cincuenta años, las especies «del sur», como los cardenales nortños y las ratonas carolinenses, eran poco frecuentes en el nordeste de Estados Unidos; ahora son comunes.

Cuando no les queda otro lugar adonde ir, los pájaros afrontan el aumento de las temperaturas de dos maneras: evolucionando o amoldando su comportamiento.

Los carboneros comunes, conocidos por su flexibilidad conductual, parecen haber sorteado este tema, al menos según se deriva de un estudio de población de largo recorrido realizado en los carboneros que anidan en los bosques de Wytham.⁶¹ Un equipo de Oxford demostró que el breve período de generación de los carboneros les permite evolucionar con celeridad, aunque no la suficiente. Un aspecto fundamental para su supervivencia es la capacidad de amoldar rápidamente su comportamiento. Los carboneros comunes de estos bosques cronometran la puesta de sus huevos y la rotura del cascarón de manera que coincidan con el pico primaveral de las orugas de polilla con las que alimentan a sus crías. Las orugas salen de sus crisálidas cuando los árboles florecen en primavera, un momento dictado por las temperaturas. Conforme las temperaturas han ido aumentando a lo largo del pasado medio siglo, la floración de los árboles y la aparición de las orugas se han adelantado con respecto a la fecha en la que el estudio dio comienzo, en 1960. Si los carboneros tuvieran inscrito en su ADN que han de poner los huevos siempre en el mismo momento del año, se perderían el estallido de las orugas y sus crías morirían de hambre. Pero, al parecer, los pájaros han tenido en cuenta esta modificación y ahora ponen los huevos unas dos semanas antes.

Las teorías científicas sugieren que esta habilidad para ajustar su comportamiento podría permitir a las aves sobrevivir a un calentamiento de 0,5 °C por año. De no darse tal amoldamiento, los carboneros afrontarían un riesgo de extinción quinientas veces superior.

Cuando los investigadores aplicaron estas teorías para predecir cómo otras aves podían gestionar esta tendencia al calentamiento, descubrieron que las especies más grandes y longevas no salían tan bien paradas. Estas aves tienen períodos de generación más largos, lo cual significa que evolucionan

más lentamente, de manera que dependen más de modificar su comportamiento para sobrevivir.⁶² Si estas proyecciones son ciertas, podrían ser agoreras para los pájaros más grandes con poca versatilidad.

Las aves migratorias de largo recorrido son especialmente susceptibles al calentamiento global. En su mayoría, son aves con cerebros pequeños y un comportamiento inflexible. Dependen de unos tiempos precisos y de floraciones que se producen una vez al año para alimentar a sus crías. Si el calentamiento cambia los tiempos tradicionales de la disponibilidad de alimento, es muy probable que todas ellas sufran.⁶³ Las más vulnerables serán las que crían o invernan en latitudes elevadas, donde se espera que las alteraciones provocadas por el cambio climático sean especialmente graves.

Muchas aves migratorias también dependen de hacer escalas perfectamente cronometradas para alimentarse en puntos esenciales a lo largo de sus rutas. Pongamos por ejemplo el playero rojizo, un pájaro con un cerebro modesto que, no obstante, realiza un viaje prodigioso. Cada primavera recorre quince mil kilómetros desde Tierra del Fuego hasta el Ártico. Durante miles de años, el playero rojizo ha basado su sustento en un encuentro sincronizado con precisión con los cangrejos herradura que ponen sus huevos en las playas de la bahía de Delaware. Dichas huevos contienen tanta grasa que un playero rojizo puede duplicar su peso corporal en sólo diez días de alimentarse de ellas. Desde la década de 1980, la población de playeros rojizos ha descendido en un setenta y cinco por ciento, en gran medida por la sobrecaptura de los cangrejos herradura.⁶⁴ Dicha captura ha disminuido en los últimos tiempos, pero el cambio climático podría asestar otro golpe a estas aves. Los cangrejos y los playeros rojizos deben coincidir en la bahía de Delaware para que las aves lleguen a tiempo a sus tierras de anidación en el Ártico. Pero el cambio de las temperaturas podría desincronizar al playero rojizo con una fuente de alimento crucial para su maratón anual.⁶⁵ Si el aumento de las temperaturas provoca que los cangrejos desoven antes de que lleguen las aves, éstas se perderán su festín vital.

Lo cierto es que las aves relativamente inteligentes también están en peligro, como es el caso del carbonero montañés, un pajarillo resistente que habita en los bosques montañosos de coníferas. Se prevé que su hábitat se reduzca en un sesenta y cinco por ciento en el decurso del próximo medio siglo.⁶⁶ Además, el calentamiento global en teoría podría cambiar la cognición y la estructura cerebral de este carbonero.⁶⁷ Recuerde que los carboneros que viven en las latitudes superiores poseen cerebros más grandes que los que viven a menor altura. Según Vladimir Pravosudov, si el clima es más cálido, el invierno comportará menos presión selectiva, de manera que estas aves podrían perder su ventaja, tanto en dimensiones del hipocampo como en inteligencia.⁶⁸ «Si mantener una mejor memoria tiene costes —explica—, las aves más inteligentes estarán en desventaja. Además, estas poblaciones serán rápidamente invadidas por aves del sur, no tan inteligentes, que podrían liderar la reducción general de las capacidades cognitivas.»

Incluso el sagaz y adaptable gorrión común tiene sus límites. En la ciudad natal de Ben Freeman, Seattle, el recuento de aves realizado en las Navidades de 2014 computó sólo doscientos veinticinco gorriones comunes en los confines urbanos. «Es el total más bajo de toda la historia —explica Freeman— y una prueba de que los gorriones comunes podrían estar en declive.»⁶⁹ En efecto, en todo el planeta este pájaro está experimentando descensos rápidos y masivos, tanto en Norteamérica como en Australia y en la India, pero, sobre todo, en algunas poblaciones y ciudades de Europa.⁷⁰ Su declive genera pocos titulares, pero en la actualidad el gorrión está catalogado como una especie en peligro de conservación en Europa.⁷¹ En Gran Bretaña, está en la lista roja. En el pasado medio siglo, en el Reino Unido se han perdido una media de cincuenta gorriones comunes por hora. Nadie sabe a ciencia cierta por qué. La supervivencia de los polluelos parece ser el problema, quizá porque no reciben suficiente alimento.⁷² Los jardines convertidos en zonas de estacionamiento y la baja densidad de insectos ocasionada por la vegetación exótica y la contaminación también podrían estar influyendo, o tal vez se deba a la pérdida de aves progenitoras derivada de las colisiones con vehículos o la depredación por parte del número creciente de gatos domésticos y de aves de rapiña amantes de la ciudad.⁷³ Ciertas evidencias procedentes de Israel apuntan al cambio climático.⁷⁴ Lynn Martin afirma que es escéptico con

respecto a todas estas teorías, pero no tiene una explicación sólida que ofrecer para contrarrestarlas.⁷⁵ «No descartaría una enfermedad de algún tipo», afirma. Cualquiera que sea la causa de su desaparición, si los gorriones son los nuevos canarios, vivimos tiempos a todas luces atribulados.

Permanezco un rato sentada en medio del gris silencio. La quietud en Buck's Elbow es tan absoluta que oigo mi propia respiración. En medio de este tiempo plomizo, cuesta entender el ardiente poder de los rayos solares. Pero sí es posible imaginar otra cosa: bosques sin trinos, campos sin trinos, montañas sin trinos. La humanidad está llevando a la extinción aproximadamente a la mitad de la fauna, incluida una de cada cuatro especies de aves. Y parece que, principalmente, a quienes estamos expulsando es a los pájaros especializados, a los linajes de cerebro pequeño, particulares y antiguos.

El último párrafo del libro de Ted Anderson sobre los gorriones comunes es éste: «Mientras veo en televisión las noticias en directo de Bagdad, Gaza, Jerusalén o Kosovo y oigo gorriones trinando de fondo, a veces me pregunto qué opinión tiene el gorrión común, si es que tiene alguna, de la devastación ocasionada por sus huéspedes humanos».⁷⁶

Yo también me lo pregunto. En su vida, mis dos hijas podrían ser testigos de cómo aves con mentes de todo tipo descienden hacia un mar que sólo existe en su memoria.

Ni siquiera sabemos lo que estamos perdiendo. La ciencia aún desvela la existencia de nuevas especies: dos clases de cárabos gavilanes en Filipinas en 2012, una que se creía extinta a causa de la deforestación generalizada de la isla de Cebú; en 2014, el papamoscas veteado de Sulawesi, un pajarillo diminuto con el cuello moteado y un canto melódico que habita en zonas de bosque alto abandonadas por los agricultores; y, en 2015, la pequeña y sigilosa buscarla de Sichuán, que habita en matorral denso y plantaciones de té de las provincias montañosas de la China central.⁷⁷

¿Han desaparecido otras especies desconocidas antes de que las hayamos descubierto?

Todavía nos preguntamos cómo definir la inteligencia de las aves y seguimos empleando principalmente criterios humanos. Nos cuesta evitar calibrar otras mentes por su parecido con la nuestra. Naturalmente, valoramos aquello que se nos da bien: la fabricación de herramientas, por ejemplo, por encima de la verdadera navegación.

Un nuevo estudio apunta a que los cuervos americanos podrían entender analogías, la clase de entendimiento sofisticado que en el pasado se consideraba terreno exclusivo de los humanos y otros primates.⁷⁸ El experimento consistía en un juego de parejas. Los investigadores adiestraron a dos cornejas grises para seleccionar la carta idéntica a la de muestra y, cuando la respuesta era correcta, las premiaban con un gusano de la harina oculto en una taza debajo de la carta idéntica. A continuación solicitaron a las cornejas que hicieran algo nuevo: escoger una carta que no coincidiera con la de muestra pero que presentara el mismo dibujo. Por ejemplo, si en la carta había dos cuadrados del mismo tamaño, las cornejas tenían que encontrar una carta con dos círculos del mismo tamaño, en lugar de, por ejemplo, una con dos círculos de distinto tamaño. Las cornejas escogieron de manera espontánea la carta indicada sin adiestramiento previo, un primer indicio de razonamiento analógico, afirman las investigadoras, una de «nuestras» formas de pensamiento de nivel superior.

Se trata de una manifestación verdaderamente asombrosa de capacidades mentales similares a las de los seres humanos. Sin embargo, ¿no deberíamos apreciar también las complejas capacidades cognitivas de las aves por sí mismas, y no porque recuerden en algunos aspectos a las nuestras? Las aves migratorias pueden tener cerebros más pequeños, pero ¿qué decir de los mapas mentales colosales que transportan? Piénsese asimismo en las tradiciones culturales únicas y perdurables de los pájaros cantores. De acuerdo con Richard Prum, el origen del aprendizaje de los cantos y la cultura de los pájaros cantores oscines aconteció hace entre treinta y cuarenta millones de años, o «quizá incluso precedió a la compleción de la desintegración de Gondwana —escribe—. Si bien la cultura humana posiblemente tenga unos cien mil años, los pájaros cantores llevan decenas de millones de años creando una “cultura estética” a gran escala».⁷⁹

Aún estamos desentrañando por qué algunas especies de aves parecen más inteligentes que otras. ¿Se debe acaso a que han tenido que resolver problemas que las rodeaban, ecológicos, técnicos o sociales? ¿O a que han tenido que dejarse la vida cantando o montar una bonita pérgola para conquistar a una pareja exigente?

La inteligencia tal como la entendemos puede variar entre pájaros, pero no existen aves verdaderamente estúpidas. Tal como dijo el ornitólogo Richard F. Johnston: «Lo único importante es adaptarse»,⁸⁰ no de manera milagrosa ni impecable, sino cada uno desplegando su propio tipo de genialidad. Y eso incluye a los tinamús grandes y a los kagús. Recuerdo mi encuentro con aquel kagú en Nueva Caledonia, con el corazón a punto de estallarme en el pecho y la cámara fotográfica colgada de la muñeca. Esta ave fantasmal, según he sabido luego, tiene grandes ojos de color rojo láser que le ayudan a detectar presas en la penumbra del bosque. Sólo cría un polluelo al año. Una vez introducidos los perros, este patrón reproductivo casi lo condena a la desaparición. Pero ¿son realmente los kagús tanto más tontos que el cenizote que se posaba en el hombro de Jefferson para comer de sus labios? Una especie que se adapta mal a un nuevo depredador no es necesariamente estúpida. Lo que consideramos estupidez en los kagús podría ser más bien una ingenuidad ecológica, reflejo de la adaptación a largo plazo de esta ave al entorno de una isla otrora benigna. «Si evolucionaras sin depredadores y encontraras alimento en el suelo que sólo tuvieras que picotear, tu cognición se centraría en detectar comida y picotearla con precisión, y no en buscar comida de manera oportunista —explica Gavin Hunt—. ¿Quién sabe por qué los kagús tienen tendencia a acercarse a las personas y los perros? Quizá se deba a que no les gusta que haya otros kagús en su parcela de terreno, de manera que investigan a los recién llegados y la posible competencia.»⁸¹ Pero ahora sí hay depredadores a su alrededor. El mundo de los kagús ha cambiado y la verdad ineludible para esta ave y otras ancestrales es que su suerte podría estar echada.

Sería fácil abandonarlas a su sino, tacharlas del mapa como un daño colateral del «progreso» humano. Sin embargo, como afirmó uno de los científicos que estudió aquellas granjas y junglas costarricenses: «Tener sólo

pájaros como los gorriones en un ecosistema es como invertir sólo en valores bursátiles tecnológicos». ⁸² Cuando la burbuja estalla, pierdes.

En el crepúsculo en Buck's Elbow, luce una nueva luz difusa que hace que la neblina parezca estar en cierta manera iluminada desde dentro. De repente oigo un extraño zumbido en la cercanía. Tres pavos salvajes emergen de la nada entre la niebla y recorren como flechas el prado que se extiende delante de mí, dando grandes zancadas con sus largas patas por entre las altas hierbas como los pequeños dinosaurios que son, antes de volver a desvanecerse en la bruma como por arte de magia. Un nuevo estudio que compara los genomas de las aves sugiere que, genéticamente hablando, el pavo es el ave más cercana al dinosaurio del cual desciende; sus cromosomas han experimentado menos cambios que los de otras aves desde los días de los dinosaurios con plumas. ⁸³ Observándolos escabullirse entre las largas hierbas, resulta fácil de creer.

Estuvimos a punto de quedarnos sin pavos salvajes en el siglo pasado, por consumirlos en demasía en nuestras cenas. En la década de 1930, Arthur Cleveland Bent escribió que los pocos supervivientes habían desarrollado un elevado grado de astucia e ingenio, y daba un ejemplo citado por un tal doctor J. M. Wheaton en 1882: «Como si fueran conscientes de que su seguridad depende de mantenerse de incógnito cuando los observan, despliegan la despreocupación de sus parientes domesticados mientras la amenaza es pasiva o inevitable. Los he visto permanecer posados sobre una valla mientras un equipo pasaba junto a ellos y en una ocasión encontré a un par de cazadores perplejos ante las acciones de una bandada de cinco pavos, que caminaron deliberadamente delante de ellos, se subieron a una cerca y desaparecieron sin prisa por un cerro antes de que tuvieran tiempo de determinar si eran o no pavos salvajes. En cuanto se hallaron fuera de la vista, pusieron patas y alas en polvorosa y no tardaron en poner el ancho valle entre ellos y los desconcertados y mortificados cazadores». ⁸⁴

No todas son malas noticias. Las cifras de pavos salvajes se han recuperado desde entonces y ahora brotan como setas en grandes números en todos los estados de Estados Unidos, salvo en Alaska. Allí son unos entusiastas de los bosques de robles y hayas que visten las laderas de las

montañas. Como los kagús, se alimentan de lo que encuentran en el suelo. Y también como los kagús, no se los considera las aves más listas del ruedo, no en vano la anécdota del doctor Wheaton. Pero incluso un ave aparentemente corta de luces puede tener una gran presencia. Tal como Aldo Leopold nos recuerda en su *ostinato* sobre la física de la belleza: «El paisaje otoñal de los bosques septentrionales es la tierra, más un arce rojo americano, más un grévol engolado. En términos de física convencional, el grévol representa sólo una millonésima parte tanto de la masa como de la energía de un acre. Ahora bien, elimínese el grévol y el conjunto habrá muerto».⁸⁵

El planeta ha experimentado una pérdida catastrófica de especies en el pasado. De cataclismos pueden surgir nuevos seres vivos. Las pruebas apuntan a que la radiación de especies a lo «big bang» registrada en el caso de los pájaros cantores, loros, palomas y otras aves tuvo lugar después del evento de extinción masiva en la Tierra ocurrido hace unos 66 millones de años que acabó con la vida de los dinosaurios.⁸⁶ En la escala de las profundidades del tiempo, la «sexta extinción masiva» puede ser uno de los muchos eventos de esta índole. Pero la medida que más nos importa a la mayoría es la medida del tiempo de vida humano. No siempre reconforta pensar que la naturaleza podría rebotar dentro de unos cuantos millones de años. Además, aunque puedan existir incluso más de diez mil especies de aves en el camino evolutivo, no habrán descendido al azar de las especies presentes hoy. La mitad de ellas podrían descender del género *Corvus*, sugiere Louis Lefebvre. «Es posible que a mucha gente no le agrada la idea —me comentó Lefebvre—. Muchos consideran que los cuervos americanos son pájaros sencillos y malhumorados. Pero ¿quién sabe? Dentro de dos millones de años, podrían ser bellas y coloridas aves cantoras.»

Cierto. Pero ¿quién seguirá aquí para oírlos cantar? Entre tanto, ¿aceptaremos la merma, la reducción de la diversidad a especies como los gorriones que juegan con nuestras propias reglas? ¿O lucharemos por conservar la huella más ancha posible del árbol de la vida aviar, con especies de cerebro grande y pequeño, especialistas y generalistas, antiguas y nuevas?

«En tanto que ser humano, a uno lo han dotado justo con la inteligencia precisa para ver con claridad lo absolutamente inadecuada que resulta la inteligencia cuando se confronta con la realidad», escribió Einstein en una ocasión.⁸⁷

Aún estamos desenredando qué ventajas tiene para un pájaro ser inteligente, cómo y cuándo y bajo qué condiciones la inteligencia puede aumentar la adecuación. ¿Se reproducen más los ejemplares más inteligentes? Por extraño que suene, no hay pruebas de ello. «Calibrar los beneficios para la adecuación de un rasgo concreto en el mundo real no resulta nunca fácil, al margen de cuál sea ese rasgo», escribe Sue Healy.⁸⁸ Averiguar el vínculo entre la cognición y la adecuación de las aves es una especie de gallina de los huevos de oro para este ámbito. Resulta peliagudo porque los beneficios en cuestión de adecuación que comporta una característica como la flexibilidad conductual pueden ser evidentes sólo en situaciones concretas, explica Daniel Sol, por ejemplo, en los años en los que escasea el alimento. En condiciones favorables, los especialistas pueden presentar un mejor rendimiento. (Esta idea no se aleja de los hallazgos acerca de los fringílidos de las Galápagos: algunos años, los de pico grande se adaptan mejor; otros, en cambio, lo hacen los de pico pequeño.)

Hay compensaciones. Daniel Sol posee datos que apuntan a la existencia de una compensación entre la fecundidad y la supervivencia.⁸⁹ En general, las aves de cerebro más pequeño (que tienden a vivir vidas más breves) presentan puestas más numerosas, mientras que las aves de cerebro más grande (y normalmente más longevas) ponen nidadas más reducidas. En cambio, las aves de cerebro más grande suelen presentar una mayor tasa de supervivencia. Se trata de un equilibrio. «Las aves con mayor cerebro adoptan una estrategia de vida lenta, en la que la energía se destina a la supervivencia antes que a la reproducción —explica Sol—. Una vida reproductiva dilatada puede aumentar la productividad de las especies de vida lenta, que, no obstante, nunca alcanzarán la alta productividad de las especies de vida rápida, las cuales priorizan la reproducción frente a la supervivencia.» Por otro lado, continúa, «una estrategia de vida rápida puede propiciar un rápido aumento de la población cuando las condiciones son propicias, pero puede resultar arriesgada cuando no lo son. Cuando se alternan años buenos y malos, puede venir bien tener una estrategia de vida lenta, sobre todo si el ave despliega

adaptaciones cognitivas para sobrevivir a los años aciagos». Dicho de otro modo, afirma Sol, «ambas estrategias, la de una vida rápida y la de una vida lenta, pueden resultar más o menos útiles en función del entorno».

¿Qué sucede en el seno de una misma especie? ¿Tienen los ejemplares más ingeniosos más descendientes? Las pruebas que existen son ambivalentes. Un estudio del carbonero común salvaje en la isla sueca de Gotland demostró que los progenitores más rápidos a la hora de resolver problemas (tirar de un cordel para abrir una trampa que les brindaba acceso a su caja nido) presentaban una tasa de supervivencia de la nidada superior a la de los padres incapaces de solventar esta tarea.⁹⁰ Sus puestas eran más numerosas y más polluelos rompían el cascarón y echaban plumas.

No obstante, en su examen de cerca de parejas en cría de carbonero común en los bosques de Wytham, Ella Cole, de Oxford, y sus colegas desvelaron que no todo era tan sencillo.⁹¹ Las aves «más inteligentes», las que resolvían más rápidamente un puzzle consistente en sacar un palito de un comedero para acceder a premios succulentos, ponían más huevos y eran más eficientes a la hora de buscar comida, pero también eran más propensas a abandonar sus nidos. Al final, se daba un equilibrio reproductivo. En la naturaleza, la selección natural no parece favorecer a los carboneros comunes que resuelven problemas frente a los que no lo hacen, sostienen los investigadores de Oxford. Los pájaros capaces de solucionar problemas pueden poner nidadas más numerosas porque saben aprovechar mejor el entorno, pero también suelen ser más asustadizos ante los depredadores y abandonan más rápidamente el nido. (Se ha corroborado este mismo comportamiento en los carboneros montañeses. Los más inteligentes, que habitan en latitudes superiores a los menos inteligentes, tienden a abandonar sus nidos con mayor frecuencia.)⁹²

Ahora bien, podría haber una trampa. Tal como sugieren los científicos en su artículo, los abandonos de los nidos en el caso de los páridos podrían deberse a que los experimentadores hayan intentado poner anillos a los polluelos a una edad muy temprana. «¿Eran las aves que resolvían mejor los problemas sencillamente más sensibles a esta perturbación artificial por parte de los experimentadores, en comparación con las aves a quienes se les daba peor solucionar los problemas, y por eso abandonaban sus nidos con más

frecuencia? —pregunta Neeltje Boogert—. ⁹³ Sería muy interesante comprobar si estas aves tan duchas en solucionar problemas también son más sensibles a los depredadores reales y, por ende, tienen más probabilidades de abandonar sus nidos, tal como sugieren los autores», formula Boogert. Sin este factor de la intromisión del experimentador, ¿habría confirmado el estudio una relación positiva entre el rendimiento en la resolución de problemas y el éxito reproductivo? Esta incertidumbre demuestra el desafío que supone llevar a cabo esta índole de estudios y lo difícil que resulta separar todas las variables.

En cualquier caso, podemos pensar que la inteligencia es una ventaja universal, pero no siempre lo es. Cada rasgo comporta sus compensaciones, incluido ser rápido en el estudio y el aprendizaje. Las aves osadas que responden con celeridad a los problemas pueden ver mermada su precisión a resultas de su apresuramiento. En la isla de Barbados, por ejemplo, Simon Ducatez detectó que algunos zanates caribeños son muy veloces resolviendo problemas, mientras que otros son más lentos. ⁹⁴ Al final, los más rápidos tienden a obtener peores resultados en pruebas como el aprendizaje inverso (tal como ocurría en el caso de los semilleros barbadenses) que los más lentos, cuya lentitud les confiere una mayor precisión en sus actos. «Los ejemplares más atrevidos acostumbran a explorar antes, pero de manera más superficial —explica Daniel Sol—; los exploradores más lentos obtienen mejor información y la utilizan para actuar de manera más flexible.» ⁹⁵ ¿Por qué persisten ambos tipos dentro de una misma población? «Quizá los tipos diferentes de ejemplares se desenvuelven mejor en su entorno en años distintos», especula Ducatez, lo cual explicaría por qué la capacidad cognitiva varía de ave en ave y por qué, tal como han ilustrado los gorriones, compensa contar con una comunidad heterogénea.

La niebla se levanta. Vislumbro la cortina ondulante de la cordillera Azul al otro lado del valle, teñida de morado por la bruma. De un bosquecillo cercano me llega el siseo penetrante de un carbonero. Me dirijo hacia allí y lo encuentro posado en un pino, desplegando su retahíla de *diis*, quizá mientras

calibra mi presencia. Basta con pensar en la extraordinaria genialidad condensada en ese diminuto soplo de plumas para abrir las compuertas de la mente a los misterios del conocimiento de las aves, el qué y el porqué. Se trata de rompecabezas maravillosos para mantener en nuestra biblioteca intelectual, para recordarnos lo poco que sabemos todavía.

AGRADECIMIENTOS

No sé ni por dónde empezar a dar las gracias debidamente a todas las personas que me han ayudado a escribir este libro.

Me he basado en la investigación de multitud de científicos que han dedicado sus vidas a estudiar las aves y sus cerebros. Sus nombres, y mi deuda con ellos, llenan estas páginas.

Me siento especialmente agradecida con los siguientes ornitólogos, biólogos, psicólogos y especialistas conductuales animales, quienes me cedieron generosamente su tiempo y conocimientos durante la fase de investigación del proyecto: Louis Lefebvre de la Universidad McGill me abrió las puertas de su laboratorio en el Bellairs Research Institute de Barbados y en el transcurso de varios días me condujo a través de un mundo de conocimientos sobre las aves, me explicó sus propias investigaciones, me ofreció una perspectiva exhaustiva del ámbito en su conjunto y respondió a mis innumerables preguntas con paciencia, elocuencia y humor. Además, leyó un primer borrador del manuscrito íntegro y me proporcionó comentarios y sugerencias de gran ayuda. Durante mi estancia en Bellairs, Lima Kayello, Jean-Nicolas Audet y Simon Ducatez tuvieron la generosidad de compartir conmigo sus investigaciones e ideas.

Cuando visité Nueva Caledonia, Alex Taylor, de la Universidad de Auckland, pasó largas horas mostrándome con amabilidad y consideración varios aspectos de su trabajo con el cuervo americano y me brindó sus conocimientos sobre cognición aviar. Elsa Loissel no sólo me facilitó información con su erudita conversación, sino también contactos y compañía mientras recorría el Parc des Grandes Fougères, además de magníficas fotografías de los kagús que vimos juntas y de paisajes de Nueva Caledonia y sus cuervos americanos.

Muchas otras personas ocupadas tuvieron la generosidad de dedicar su tiempo a conversar conmigo, proveerme referencias y leer y releer borradores de apartados del libro que analizan su obra, incluidos entre ellos Lucy Aplin, de la Universidad de Oxford; Gerald Borgia, de la Universidad de Maryland; John Endler, de la Deakin University en Victoria, Australia; Stephen Brusatte, de la Universidad de Edimburgo; Jon Hagstrum, del U. S. Geological Survey; Richard Holland, de la Universidad de Queens, Belfast; Gavin Hunt, de la Universidad de Auckland; Erich Jarvis, de la Duke University; Jason Keagy, de la Michigan State University; Vladimir Pravosudov, de la Universidad de Nevada; Amanda Ridley, de la Universidad de Western Australia, y Daniel Sol, del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales español.

Russell Gray, de la Universidad de Auckland, compartió amablemente conmigo los vídeos de las brillantes conferencias que impartió en 2014 en Nimega, en el Instituto Max Planck de Psicolingüística.

Estoy hondamente agradecida a Neeltje Boogert, de la Universidad de Saint Andrews, por prestar generosamente su ojo científico y editorial a gran parte del manuscrito, leerlo con detenimiento e inteligencia, algunos fragmentos más de una vez. Mejoró todas y cada una de las páginas que revisó.

Muchos otros científicos de todo el mundo leyeron fragmentos del manuscrito y plantearon correcciones a asuntos relacionados con hechos científicos, rescatándome con ello de futuras situaciones bochornosas. Vaya mi más cálido agradecimiento en este sentido a las personas siguientes:

En Estados Unidos: Arkhat Abzhanov, de la Universidad de Harvard; Carlos Botero, de la Universidad de Washington; Nancy Burley, de la Universidad de California, Irvine; Lainy Day, de la Universidad de Misisipí; Judy Diamond, de la Universidad de Nebraska; Ben Freeman, de la Cornell University; Luke Frishkoff, de la Universidad de Stanford; Tim Gentner, de la Universidad de California, San Diego; Walter Herbranson, del Whitman College; Lucia Jacobs, de la Universidad de California, Berkeley; Alan Kamil, de la Universidad de Nebraska; Marcy Kingsbury, de la Universidad de Indiana; Sarah London, de la Universidad de Chicago; Lynn («Marty») Martin, de la Universidad de Florida del Sur, Tampa; John Marzluff, de la Universidad de Washington; Shigeru Miyagawa, del Massachusetts Institute of Technology; Richard Mooney, de la Duke University; Gail Patricelli, de la Universidad de

California, Davis; Irene Pepperberg, de la Universidad de Harvard; Lauren Ritters, de la Universidad de Wisconsin, y Rhiannon J. D. West, de la Universidad de Nuevo México.

En el Reino Unido: Nicola Clayton, de la Universidad de Cambridge; Sue Healy, de la Universidad de Saint Andrews; Richard Holland, de la Queens University, Belfast; Laura Kelley, de la Universidad de Cambridge; Ljerka Ostojić, de la Universidad de Cambridge; Christian Rutz, de la Universidad de Saint Andrews; Murray Shanahan, del Imperial College London, y Chris Templeton, de la Universidad de Saint Andrews.

En Europa: Alice Auersperg, de la Universidad de Viena; Johan Bolhuis, de la Universidad de Utrecht; Jenny Holzhaider, de Gräfelfing, Alemania; Henrik Mouritsen, de la Universidad de Oldemburgo; Andreas Nieder, de la Universidad de Tubinga; Niels Rattenborg, del Instituto de Ornitología Max Planck, y Sabine Tebbich, de la Universidad de Viena.

En Australia y Nueva Zelanda: Russell Gray, Gavin Hunt y Alex Taylor, de la Universidad de Auckland, y Teresa Iglesias de la Macquarie University en Australia.

Y en el resto del mundo: Laure Cauchard, de la Universidad de Montreal; Suzana Herculano-Houzel, de la Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil; Kazuo Okanoya, de la Universidad de Tokio, y Shigeru Watanabe, de la Universidad Keio de Tokio.

Los comentarios y las críticas de estos expertos fueron de inmensa ayuda para encauzarme cuando me había descarrilado. Cualquier error que haya podido persistir en estas páginas debe atribuírseme de manera clara y absoluta.

Muchos amigos y colegas me proporcionaron una ayuda invaluable o me insuflaron ánimos con el interés que demostraron en mi trabajo. Cuando oí de pasada a Karin Bendel explicándole a una amiga algo acerca de su loro gris africano, *Throckmorton*, recibió mi curiosidad con amabilidad y tuvo la generosidad de compartir conmigo anécdotas de *Throckmorton* y de otra mascota, la cacatúa ninfa *Isabeau*. Barrie Pollock también me relató historias de su loro gris, *Alfie*. Michele y Joey Mangham me permitieron pasar una tarde

en su granja de ovejas en compañía de *Luke*, la cotorra monje de Joey, que se posó amablemente en mi hombro e iba inclinándose periódicamente hacia mi oído para decirme: «Susurra, susurra, susurra».

Daniel Bieker, ornitólogo y maestro excelente, nos guió tanto a mí como a mis compañeros alumnos de ornitología en salidas a la naturaleza (muchas de las cuales han acabado apareciendo en este libro) y me inculcó una apreciación refinada del trino de los pájaros. Asimismo, leyó el manuscrito completo prestando especial atención a la precisión sobre las observaciones de las aves. David White, un experimentado amante de las aves, compartió conmigo anécdotas, humor y experiencia.

Mi querida amiga Miriam Nelson ha intervenido en muchos de mis libros, en ocasiones como colega o coautora pero más frecuentemente sólo por generosidad y amistad. Leyó un borrador preliminar del manuscrito de este libro y efectuó multitud de sugerencias excelentes. Otros varios amigos me ofrecieron aliento e ideas (y algunos me enviaron vídeos de pajarillos), entre ellos Susan Bacik, Ros Casey, Sandra Cushman, Laura Delano (quien compartió conmigo la anécdota del «pavo real en medio del mistral»), Liz Denton, Mark Edmundson, Dorrit Green, Sharon Hogan, Donna Lucey, Debra Nystrom, Dan O'Neill, Michael Rodemeyer, John Rowlett, Nancy Murphy-Spicer, David Eddy Spicer, Henry Wiencek y Andrew Wyndham. Vayan mis más sentidas gracias a todos ellos, así como a mis cariñosos y generosos padre y madrastra, Bill y Gail Gorham, y a mis queridas hermanas, Sarah Gorham, Nancy Haiman y Kim Umbarger, por su cálido apoyo e interés en mi obra. Y un saludo también a mis dos queridas y consideradas hijas, Zoë y Nell, por su amor y su aliento incondicionales y por llenarme (y llenar mi oficina) de pájaros. («¡Pon un pájaro en tu vida!»)

Durante más de dos décadas, he tenido el inmenso honor y placer de colaborar con mi agente, Melanie Jackson. Cuesta imaginar escribir un libro sin el beneficio de su entusiasmo, inteligencia y buen juicio en todos los asuntos. También me considero sumamente afortunada de tener como editora a Ann Godoff, y me siento profundamente agradecida por su talentosa visión editorial y por la abundante ayuda que me prestó con este libro. Gracias

también a Sofia Groopman y Casey Rasch por su ayuda en la guía de este libro a través del proceso de publicación, y a John Burgoyne por sus encantadoras ilustraciones y por el placer de colaborar con él.

Y por último, mi amor y gratitud más profundos a mi querido Karl, quien de hecho ocupa el lugar más destacado, porque ha volado junto a mí durante todos estos años, contra los vientos y las mareas de mi vida personal y laboral; sin su aliento, sabiduría, paciencia, apoyo, compañía, perspectiva, humor y amor, nada de esto habría sido posible.

Notas

1. La información siguiente acerca de *Álex* está extraída de: Pepperberg, I. M. *The Alex Studies*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999; Pepperberg, I. M. «Evidence for numerical competence in an African grey parrot (*Psittacus erithacus*).» En: *J Comp Psych* 108 (1994), págs 36-44; Pepperberg, I. M. «Ordinality and inferential abilities of a grey parrot (*Psittacus erithacus*).» En: *J Comp Psych* 120, n.º 3 (2006), págs. 205-216; Pepperberg, I. M.; Carey, S. «Grey parrot number acquisition: The inference of cardinal value from ordinal position on the numeral list.» En: *Cognition* 125 (2012), págs. 219-232.

2. La chimpancé *Washoe* entendía numerosas palabras, pero no era capaz de hablar, pese a que aprendió unos ciento treinta signos.

3. Hunt, G. R. «Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows.» En: *Nature* 379 (1996), págs. 249-251; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Species-wide manufacture of stick-type tools by New Caledonian crows.» En: *Emu* 102 (2002), págs. 349-353; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Diversification and cumulative evolution in tool manufacture by New Caledonian crows.» En: *Proc R Soc B* 270 (2003), págs. 867-874.

4. Weir, A. A. S. *et al.* «Shaping of hooks in New Caledonian crows.» En: *Science* 297, n.º 5583 (2002), pág. 981.

5. Olkowitz S., *et al.* «Complex brains for complex cognition-neuronal scaling rules for bird brains» (presentación de carteles en la convención anual de la Sociedad de Neurociencia en Washington, D.C., 15-19 de noviembre de 2014); Herculano-Houzel, Suzana, comunicación personal, 14 de enero de 2015.

6. Rogers, L. «Lateralisation in the avian brain.» En: *Bird Behav* 2 (1980), págs. 1-12.

7. Prior, H., *et al.* «Mirror-induced behavior in the magpie (*Pica pica*): Evidence of self-recognition.» En: *PLoS Biol* 6, n.º 8 (2008): e202, doi: 10.1371/journal.pbio.0060202.

8. Grodzinski, U., *et al.* «Peep to pilfer: What scrub-jays like to watch when observing others.» En: *Anim Behav* 83 (2012), págs. 1.253-1.260.

9. Clayton, N. S., *et al.* «Social cognition by food-caching corvids: The western scrub-jay as a natural psychologist.» En: *Phil Trans Roy Soc B: Biol Sci* 362, n.º 1480 (2007), págs. 507-522.

10. Clayton, N. S.; Dickinson, A. «Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays.» En: *Nature* 395 (1998), págs. 272-274; Clayton, N. S., *et al.* «Episodic memory.» En: *Curr Biol* 17, n.º 6 (2007), págs. 189-191.

11. Cheke, L.; Clayton, N. S. «Mental time travel in animals.» En: *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci* 1, n.º 6 (2010), págs. 915-930.

12. Prum, R. O. «Coevolutionary aesthetics in human and biotic artworlds.» En: *Biol Phil* 28, n.º 5 (2013), págs. 811-832.

13. Rugani, R., *et al.* «Number-space mapping in the newborn chick resembles humans' mental number line.» En: *Science* 347, n.º 6221 (2015), págs. 534-536.

14. Rugani, R., *et al.* «The use of proportion by young domestic chicks.» En: *Anim Cogn* 13, n.º 3 (2015), págs. 605-616; Rugani, R., *et al.* «Is it only humans that count from left to right?» En: *Biol Lett* (2010), doi: 10.1098/rsbl.2009.0960.

15. Rugani, R. «Arithmetic in newborn chicks.» En: *Proc R Soc B* (2009), doi: 10.1098/rspb.2009.0044.

16. Halle, L. *Spring in Washington*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1988, pág. 182.

17. Observación del ornitólogo Dan Bieker.

18. W. F. Dearborn, citado en: Sternberg, R. J. *¿Qué es la inteligencia?* Madrid: Ediciones Pirámide, 2004.

19. H. Woodrow, citado en Sternberg, R. J. *¿Qué es la inteligencia?* Madrid: Ediciones Pirámide, 2004.

20. Boring, E. G. «Intelligence as the tests test it.» En: *New Republic* 35 (1923), págs. 35-37.

21. Sternberg, R. J. «People's conceptions of intelligence.» En: *J Pers Soc Psych* 41, n.º 1 (1981), págs. 37-55.

22. Aquí me refiero a las *Aves*, el «grupo coronado» de pájaros, es decir: las especies vivas y todos los descendientes de su ancestro común más reciente. Existen animales con plumas y alas que vuelan desde hace más de ciento cincuenta millones de años. Jarvis, E. D., *et al.* «Whole-genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1.320-1.331; Brusatte, S. *et al.* «Gradual assembly of avian body plan culminated in rapid rates of evolution across the dinosaur-bird transition.» En: *Curr Biol* 24, n.º 20 (2014), págs. 2.386-2.392.

23. Gaston, K. J.; Blackburn, T. M. «How many birds are there?» En: *Biodivers Conserv* 6, n.º 4 (1997), págs. 615-625.

24. Thorpe definió la «intuición» como «la producción repentina de una nueva reacción adaptativa a la que no se ha llegado mediante el ensayo o como la solución a un problema por medio de una reorganización adaptativa súbita de la experiencia». Thorpe, W. H. *Learning and Instinct in Animals*. Londres: Methuen & Co. Ltd., 1964, pág. 110.

25. Taylor, A. «Corvid cognition.» En: *WIREs Cogn Sci* (2014), doi: 10.1002/wes.1286; Alex Taylor, comunicación personal, mayo de 2014; Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.» Conferencias en Nimega, 27-29 de enero de 2014, grabación en vídeo disponible en: <http://www.mpi.nl/events/nijmegen-lectures-2014/lecture-videos>.

26. Así lo definió en 1901 la novelista británica Amelia Barr en su ensayo «A successful novelist: Fame after fifty», publicado en: Swett Marden, O. *How They Succeeded: Life Stories of Successful Men Told by Themselves*. Boston: Lothrop Publishing Company, 1901, pág. 311.

27. Fisher, J. B.; Hinde, R. A. «The opening of milk bottles by birds.» En: *Br Birds* 42 (1949), págs. 347-357; Aplin, L. M. *et al.* «Milkbottles revisited: Social learning and individual variation in the blue tit (*Cyanistes caeruleus*).» En: *Anim Behav* 85 (2013), págs. 1.225-1.232.

28. John Endler, comunicación personal, 3 de febrero de 2015.

29. *Ibíd.*

30. Darwin, C. *El origen del hombre*. Barcelona: Editorial Crítica, 2009.

31. Pfenning, A. R. *et al.* «Convergent transcriptional specializations in the brains of humans and song-learning birds.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), pág. 1.256.846.

32. Disponible en internet en: <http://climate.audubon.org/article/audubon-report-glance>.

1. Disponible en internet en: <https://www.youtube.com/watch?v=AVaITA7eBZE#t=51>.

2. El puzle era una ampliación de un experimento en tres pasos acerca del uso de metaherramientas. Taylor, A. H. *et al.* «Spontaneous metatool use by New Caledonian crows.» En: *Curr Biol* 17, n.º 17 (2007), págs. 1.504-1.507.

3. *Ibid.*

4. Alex Taylor, comunicación personal, 7 de enero de 2015.

5. Lefebvre, L. «Feeding innovations and forebrain size in birds.» Presentación ante AAAS, 21 de febrero de 2005, englobada en el simposio «Mind, Brain and Behavior». Todas las citas e información de Louis Lefebvre están extraídas de entrevistas realizadas al científico en Holetown, Barbados, entre el 26 de febrero y el 1 de marzo de 2012.

6. Buckley, P. A., *et al.* *The Birds of Barbados*. British Ornithologists' Union, Checklist Number 24 (2009), pág. 58.

7. Buckley, P. A.; Buckley, F. G. «Rapid speciation by a Lesser Antillean endemic, Barbados bullfinch, *Loxigilla barbadensis*.» En: *Bull BOC* 124, n.º 2 (2004), págs. 108-123.

8. Morand-Ferron, J., *et al.* «Dunking behavior in Carib grackles.» En: *Anim Behav* 68 (2004), págs. 1.267-1.274.

9. Morand-Ferron, J.; Lefebvre, L. «Flexible expression of a food-processing behavior: Determinants of dunking rates in wild Carib grackles of Barbados.» En: *Behav Process* 76 (2007), págs. 218-221.

10. Darwin, C. *La formación del mantillo vegetal por la acción de las lombrices, con observaciones sobre sus hábitos*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2011.

11. Darwin, C. *El origen del hombre*.

12. De Waal, F. B. M. «Are we in anthropodenial?» En: *Discover* 18, n.º 7 (1997), págs. 50-53. Tal como señala De Waal, en las culturas no occidentales no parece existir tanta inquietud acerca de los peligros del antropomorfismo, posiblemente porque en ellas la distinción entre los humanos y los no humanos no es tan categórica. Véase De Waal, F. B. M. «Silent invasion: Imanishi's primatology and cultural bias in science.» En: *Anim Cogn* 6 (2003), págs. 293-299.

13. Shettleworth, S. J. *Cognition, Evolution, and Behavior* (2.^a ed.). Nueva York: Oxford University Press, 2010, pág. 23.

14. Samuels, R. «Massively modular minds: Evolutionary psychology and cognitive architecture.» En: Carruthers, P.; Chamberlain, A. (eds.). *Evolution and the Human Mind: Modularity, Language and MetaCognition*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, págs. 13-46; Shettleworth, S. J. *Cognition, Evolution and Behavior*, pág. 23.

15. Reader, S. M. *et al.* «The evolution of primate general and cultural intelligence.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 366 (2011), págs. 1.017-1.027; Lefebvre, L. «Brains, innovations, tools and cultural transmission in birds, non-human primates, and fossil hominins.» En: *Front Hum Neurosci* 7 (2013), pág. 245.

16. Gardner, H. «Reflections on multiple intelligences: Myths and messages.» En: *Phi Delta Kappan* 77, n.º 3 (1995), págs. 200-209.

17. Gottfredson, L. S. «Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography.» En: *Intelligence* 24, n.º 1 (1997), págs. 13-23; véase también Deary, I. J., *et al.* «The neuroscience of human intelligence differences.» En: *Nat Rev Neuro* 11 (2010), págs. 201-211.

18. También podría tener algo que ver con el hecho de que los machos del semillero de Barbados participan más en los cuidados parentales que sus primos más coloridos de otras islas. De acuerdo con un artículo nuevo publicado por Lefebvre y sus colegas: «En las aves, las especies tienden a ser monocromáticas cuando ambos sexos participan en las tareas parentales, incluida la construcción del nido. [...] Los semilleros barbadenses machos, en comparación con los semilleros de las Antillas Menores machos, participan de manera más activa en la construcción del nido, permanecen durante más tiempo cerca de éste tras la construcción y durante toda la cría de la nidada alimentan con más frecuencia a las hembras y se muestran más agresivos alrededor de su nido. [...] Así pues, el sistema de cría podría ser un factor relevante en la pérdida del dimorfismo en los machos de esta especie.» Véase Audet, J. L., *et al.* «Morphological and molecular sexing of the monochromatic Barbados bullfinch, *Loxigilla barbadensis*.» En: *Zool Sci* 10, n.º 31 (2014), págs. 687-691.

*David Frederick Attenborough (Londres, 1926) es uno de los científicos divulgadores naturalistas más conocidos de la televisión británica. Considerado uno de los pioneros en documentales sobre la naturaleza, ha escrito y presentado varias series televisivas y ha permitido a los espectadores ver prácticamente todos los aspectos de la vida en la Tierra. Vendría a ser el Félix Rodríguez de la Fuente de la televisión británica. *(N. de la T.)*

19. Kayello, L. «Opportunism and cognition in birds.» (Tesis doctoral, Universidad McGill, 2013), págs. 55-67.

20. Overington, S. E., *et al.* «Innovative foraging behaviour in birds: What characterizes an innovator?»
En: *Behav Process* 87 (2011), págs. 274-285.

21. Selous, E. *Bird Life Glimpses*. Londres: G. Allen, 1905, pág. 141.

22. Selous, E. *Thought-Transference (or What?) in Birds*. Nueva York: Richard R. Smith, 1931.

23. Couzin, I. D.; Krause, J. «Self-organization and collective behavior in vertebrates.» En: *Adv Stud Behav* 32 (2003), págs. 1-75; Couzin, I. «Collective minds.» En: *Nature* 445 (2007), pág. 715; Hemelrijk, C. K., *et al.* «What underlies waves of agitation in starling flocks.» En: *Behav Ecol Sociobiol* (2015), doi: 10.1007/s00265-015-1891-3.

24. Lebar Bajec, I.; Heppner, F. H. «Organized flight in birds.» En: *Anim Behav* 78, n.º 4 (2009), págs. 777-789; Ballerini, M., *et al.* «Interaction ruling animal collective behavior depends on topological rather than metric distance: Evidence from a field study.» En: *PNAS* 105, n.º 4 (2008), págs. 1.232-1.237; Attanasi, A., *et al.* «Information transfer and behavioural inertia in starling flocks.» En: *Nat Phys* 10 (2014), págs. 691-696.

25. Neeltje Boogert, comunicación personal, 3 de abril de 2015.

26. Kummer, H.; Goodall, J. «Conditions of innovative behaviour in primates.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 308 (1985), págs. 203-214.

27. Lefebvre, L.; Spahn, D. «Gray kingbird predation on small fish (*Poecilia spp*) crossing a sandbar.»
En: *Wilson Bull* 99 (1987), págs. 291-292.

28. Grubb, T. G.; Lopez, R. G. «Ice fishing by wintering bald eagles in Arizona.» En: *Wilson Bull* (1997), págs. 546-548.

29. Lefebvre, L., *et al.* «Feeding innovations and forebrain size in birds.» En: *Anim Behav* 53 (1997), págs. 549-560.

30. Lefebvre, L. «Feeding innovations and forebrain size in birds.» (Ponencia ante AAAS, 21 de febrero de 2005, parte del simposio «Mind, Brain and Behavior»).

31. Lefebvre, L., *et al.* «Feeding innovations and forebrain size in birds.» En: *Anim Behav* 53 (1997), págs. 549-560; Timmermans, S., *et al.* «Relative size of the hyperstriatum ventrale is the best predictor of innovation rate in birds.» En: *Brain Behav Evol* 56 (2000), págs. 196-203.

32. Louis Lefebvre, comunicación personal, 13 de enero de 2015.

33. Menzel, R., *et al.* «Honey bees navigate according to a maplike spatial memory.» En: *PNAS* 102, n.º 8 (2005), págs. 3.040-3.045; Marine Battesti, M., *et al.* «Spread of social information and dynamics of social transmission within drosophila groups.» En: *Curr Biol* 22 (2012), págs. 309-313, doi: 10.1016/j.cub.2011.12.050.

34. Véase Alba, D. M. «Cognitive inferences in fossil apes (Primates, Hominoidea): Does encephalization reflect intelligence?» En: *J Anthropol Soc* 88 (2010), págs. 11-48; Deaner, R. O., *et al.* «Overall brain size, and not encephalization quotient, best predicts ability across non-human primates.» En: *Brain Behav Evol* 70 (2007), págs. 115-124.

35. Anécdota de E. Kandel citada en: Dreifus, C. «A Quest to Understand How Memory Works: A Conversation with Eric Kandel.» En: *New York Times, Science Times*, 6 de marzo de 2012.

1. Forbush, E. H. *Useful Birds and Their Protection*. Aurora, CO: Bibliographical Research Center, 2010 (publicado originalmente en 1913), pág. 195.

2. Forbush, E. H. *Natural History of the Birds of Eastern and Central North America*. Boston: Houghton Mifflin, 1955, pág. 347.

3. Freeberg, T. M.; Lucas, J. R. «Receivers respond differently to chick-a-dee calls varying in note composition in Carolina chickadees, *Poecile carolinensis*». En: *Anim Behav* 63 (2002), págs. 837-845.

4. Templeton, C., *et al.* «Allometry of alarm calls: Black-capped chickadees encode information about predator size.» En: *Science* 308 (2005), págs. 1934-1937.

5. En palabras de Edward Forbush: Forbush, E. H. *Natural History of the Birds of Eastern and Central North America*, pág. 347.

6. Chris Templeton, comunicación personal, 12 de febrero de 2015.

7. Templeton, C. N. «Black-capped chickadees select spotted knapweed seedheads with high densities of gall fly larvae.» En: *Condor* 113, n.º 2 (2011), págs. 395-399.

8. Roth, T. C., *et al.* «Evidence for long-term spatial memory in a parid.» En: *Anim Cogn* 15, n.º 2 (2011), págs. 149-154.

9. Phillmore, L. S., *et al.* «Annual cycle of the black-capped chickadee: Seasonality of singing rates and vocal-control brain regions.» En: *J Neurobiol* 66, n.º 9 (2006), págs. 1002-1010.

10. Iwaniuk, A. N.; Nelson, J. E. «Can endocranial volume be used as an estimate of brain size in birds?»
En: *Can J Zool* 80 (2002), págs. 16-23.

11. Emery, N. E.; Clayton, N. S. «The mentality of crows: Convergent evolution of intelligence in corvids and apes.» En: *Science*

12. Louis Lefebvre, comunicación personal, 13 de enero de 2015.

131. Greenewalt, C. H. «The flight of the black-capped chickadee and the white-breasted nuthatch.» En: *Auk* 72, n.º 1 (1955), págs. 1-5. 306, n.º 5703 (2004), págs. 1903-1907.

14. Laughlin, S. B., *et al.* «The metabolic cost of neural information.» En: *Nat Neurosci* 1, n.º 1 (1998), págs. 36-41.

15. Matthiessen, P. *The Wind Birds*. Nueva York: Viking, 1973, pág. 45.

16. Nudds, R. L.; Bryant, D. M. «The energetic cost of short flights in birds.» En: *J Exp Biol* 203 (2000), págs. 1.561-1.572.

17. Butler, P. J. «Energetic costs of surface swimming and diving of birds.» En: *Physiol Biochem Zool* 73, n.º 6 (2000), págs. 699-705.

18. La información general acerca de la anatomía y la fisiología de las aves está extraída de Gill, F. B. *Ornithology*. Nueva York: Freeman, 2007, págs. 141-173.

19. Dumon, E. R. «Bone density and the lightweight skeletons of birds.» En: *Proc R Soc B* 277 (2010), págs. 2.193-2.198.

20. Lentink, D. *et al.* «In vivo recording of aerodynamic force with an aerodynamic force platform: From drones to birds.» En: *J Roy Soc Interface* (2015), doi: 10.1098/rsif.2014.1283.

21. Zhang, G. *et al.* «Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation.»
En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1.311-1.119.

22. Murphy, R. C. *Oceanic Birds of South America*. Nueva York: Macmillan, 1936.

23. Ehrlich, P. R., *et al.* «Adaptations for Flight.» 1988. Disponible en internet en: <https://web.stanford.edu/group/stanfordbirds/text/essays/Adaptations.html>; Gill, F. B. *Ornithology*. Nueva York: Freeman, 2007, págs. 115-137.

24. Welty, J. C. *The Life of Birds*. Filadelfia: Saunders, 1975, págs. 112.

25. Duncker, H. R. «The lung air sac system of birds.» En: *Adv Anat Emb Cell Biol* 45 (1971), págs. 1-171.

26. Jarvis, E. D., *et al.* «Whole-genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1.320-1.331; Zhang, G., *et al.* «Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1.311-1.319.

27. Curiosamente, el aterciopelado carpintero peludo es la única excepción a esta regla; ha conservado el veintidós por ciento de sus elementos retenidos. Zhang, G., *et al.* «Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1311-1319.

28. H. G. Wells citado en Carey, John. *Eyewitness to Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1995, pág. 139.

29. Dodson, P. «Origin of birds: the final solution?» En: *Amer Zool* 40, n.º 4 (2000), págs. 504-512.

30. Huxley, T. H. «Further evidence of the affinity between the dinosaurian reptiles and birds.» En: *Proc Geol Soc Lond* (1870), págs. 2.612-2.631.

31. Stephen Brusatte, comunicación personal, 5 de mayo de 2015.

32. Benton, M. J., *et al.* «The remarkable fossils from the Early Cretaceous Jehol Biota of China and how they have changed our knowledge of Mesozoic life.» En: *Proc Geol Assoc* 119 (2008), págs. 209-228.

33. Ackerman, J. «Dinosaurs take wing: The origin of birds.» En: *National Geographic* (julio de 1998), págs. 74-99.

34. Ji, Q., *et al.* «Two feathered dinosaurs from northeast ern China.» En: *Nature* 393 (1998), págs. 753-761; Chen, P. J. «An exceptionally well-preserved theropod dinosaur from the Yixian formation of China.» En: *Nature* 391 (1998), págs. 147-152, doi: 10.1038/34356; Currie, P. J.; Chen, P. J. «Anatomy of *Sinosauropteryx prima* from Liaoning, northeastern China.» En: *Can J Earth Sci* 38 (2001), págs. 1705-1727.

35. De acuerdo con Michael Benton, de la Universidad de Bristol, que analizaba la investigación, «El detonante probablemente fuera el traslado a los árboles, quizá para escapar de los depredadores o para aprovechar nuevas fuentes de alimento. Para vivir en los árboles se precisan cuerpos pequeños, unos ojos agrandados (ideales para evitar colisiones al saltar de rama en rama) y grandes cerebros (para manejarse en los diversos hábitats arbóreos). [...] Estos cambios físicos son reminiscentes de los que posteriormente ocurrieron en nuestro propio clado, los primates, que también se interpretan como motivados por la vida en los árboles». Véase Benton, M. J. «How birds became birds.» En: *Science* 345, n.º 6196 (2014), pág. 509.

36. Turner, A. H. «A basal dromaeosaurid and size evolution preceding avian flight.» En: *Science* 317, n.º 5843 (2007), págs. 1378-1381; Lee, M. S. Y., *et al.* «Sustained miniaturization and anatomical innovation in the dinosaurian ancestors of birds.» En: *Science* 345, n.º 6196 (2014), págs. 562-566.

37. Benson, R. B. J., *et al.* «Rates of dinosaur body mass evolution indicate 170 million years of sustained ecological innovation on the avian stem lineage.» En: *PLoS Biol* 12, n.º 5: e1001853, doi: 10.1371/journal.pbio.1001853 (2014).

38. Lee, M. S. Y., *et al.* «Sustained miniaturization and anatomical innovation in the dinosaurian ancestors of birds.» En: *Science* 345, n.º 6196 (2014), págs. 562-566.

39. Brusatte, S., *et al.* «Gradual assembly of avian body plan culminated in rapid rates of evolution across the dinosaur-bird transition.» En: *Curr Biol* 24, n.º 20 (2014), págs. 2386-2392.

40. Balanoff, A., *et al.* «Evolutionary origins of the avian brain.» En: *Nature* 501 (2013), págs. 93-96.

41. Bhullar, B.-A. S., *et al.* «Birds have paedomorphic dinosaur skulls.» En: *Nature* 487 (2012), págs. 223-226.

42. Arkhat Abzhanov, comunicación personal, 25 de enero de 2015; A. Abzhanov citado en la nota de prensa de la Universidad de Texas, Austin, titulada «Evolution of birds is result of a drastic change in how dinosaurs developed», 30 de mayo de 2012.

43. Corfield, J. R., *et al.* «Brain size and morphology of the brood-parasitic and cerophagous honeyguides (Aves: Piciformes).» En: *Brain Behav Evol* (febrero de 2012), doi: 10.1159/000348834; Louis Lefebvre, entrevista, febrero de 2012.

44. Iwaniuk, A. N.; Nelson, J. E. «Developmental differences are correlated with relative brain size in birds: A comparative analysis.» En: *Can J Zool* 81 (2003), págs. 1913-1928.

45. Lesku, J. A., *et al.* «Adaptive sleep loss in polygynous pectoral sandpipers.» En: *Science* 337 (2012), págs. 1654-1658.

46. Lesku, J. A.; Rattenborg, N. C. «Avian sleep.» En: *Curr Biol* 24, n.º 1 (2014): R12–R14.

47. Scriba, M. F., *et al.* «Linking melanism to brain development: Expression of a melanism-related gene in barn owl feather follicles covaries with sleep ontogeny.» En: *Front Zool* 10 (2013), pág. 42.

48. Lesku, J. A., *et al.* «Local sleep homeostasis in the avian brain: Convergence of sleep function in mammals and birds?» En: *Proc R Soc B* 278 (2011), págs. 2419-2428.

* Serie documental creada por David Attenborough para la BBC en la que realiza un estudio completo y detallado de las distintas especies de aves y de su forma de vida. (*N. de la T.*)

49. Niels Rattenborg, comunicación personal, 10 de febrero de 2015.

50. D. Sol, citado en materiales de la Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en internet en: <http://www.alphagalileo.org/ViewItem.aspx?ItemId=74774&CultureCode=en>.

51. Roth, T. C.; Pravosudov, V. V. «Tough times call for bigger brains.» En: *Commun Integ Biol* 2, n.º 3 (mayo de 2009), págs. 236-238; Pravosudov, V. V.; Clayton, N. S. «A test of the adaptive specialization hypothesis: Population differences in caching, memory, and the hippocampus in blackcapped chickadees (*Poecile atricapilla*).» En: *Behav Neurosci*

52. Freas, C. A., *et al.* «Elevation-related differences in memory and the hippocampus in mountain chickadees, *Poecile gambeli*.» En: *Anim Behav* 84, n.º 1 (2012), págs. 121-127. 116, n.º 4 (2002), págs. 515-522.

53. Pravosudov, V. V. «Cognitive ecology of food-hoarding: The evolution of spatial memory and the hippocampus.» En: *Ann Rev Ecol Evol Syst* 44 (2013), págs. 18.1-18.2.

54. Pravosudov sospecha que el número de neuronas en el hipocampo de estas distintas poblaciones de carboneros es heredado, «producido por el recurso a la memoria para la selección natural más que por el ajuste de los individuos a las condiciones cambiantes», afirma. Vladimir Pravosudov, comunicación personal, 23 de enero de 2015; Pravosudov, V. V.; *et al.* «Environmental influences on spatial memory and the hippocampus in food-caching chickadees.» En: *Comp Cog and Beh Rev* (en prensa, 2015).

55. Barnea, A.; Pravosudov, V. V. «Birds as a model to study adult neurogenesis: Bridging evolutionary, comparative and neuroethological approaches.» En: *Eur J Neuroscience* 34 (2011), págs. 884-907.

56. Una hipótesis sugiere que proporcionan una «reserva neurogénica» que permite al cerebro permanecer flexible y reclutar nuevas neuronas cuando es preciso para asimilar nueva información. Otra teoría plantea que estas nuevas neuronas ayudan a evitar «interferencias catastróficas» entre recuerdos antiguos y recientes cuando el cerebro aprende algo nuevo. Kempermann, G. «The neurogenic reserve hypothesis: What is adult hippocampal neurogenesis good for?» En: *Trends Neurosci* 31 (2008), págs. 163-169; Wiskott, L., *et al.* «A functional hypothesis for adult neurogenesis: Avoidance of catastrophic interference in the dentate gyrus.» En: *Hippocampus* 16 (2006), págs. 329-343; Deng, W., *et al.* «New neurons and new memories: How does adult hippocampal neurogenesis affect learning and memory?» En: *Nat Rev Neurosci* 11 (2010), págs. 339-350.

57. Clelland, C. D., *et al.* «A functional role for adult hippocampal neurogenesis in spatial pattern separation.» En: *Science* 325 (2009), págs. 210-213.

58. Roth, T. C.; Pravosudov, V. V. «Tough times call for bigger brains.» En: *Commun Integ Biol* 2, n.º 3 (mayo de 2009), págs. 236-238.

59. Herculano-Houzel, S. «Neuronal scaling rules for primate brains: The primate advantage.» En: *Prog Brain Res* 195 (2012), págs. 325-340.

60. Olkowitz, S., *et al.* «Complex brains for complex cognition-neuronal scaling rules for bird brains» (presentación con carteles en el encuentro anual de la Society for Neuroscience, Washington, D.C., 15-19 de noviembre de 2014).

61. Suzana Herculano-Houzel, comunicación personal, 14 de enero de 2015.

62. Herculano-Houzel, S., *et al.* «The elephant brain in numbers.» En: *Front Neuroanat* 8 (2014), pág. 46, doi: 10.3389/fnana. 2014.00046.

63. H. Karten citado en: LaFee, S. «Our brains are more like birds' than we thought», 2010. Disponible en internet en: <http://ucsdnews.uc-sd.edu/archive/newsrel/health/07-02avianbrain.asp>

64. Avian Brain Nomenclature Consortium. «Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution.» En: *Nat Rev Neurosci* 6, n.º 2 (2005), págs. 151-159; Shimizu, T. «Why can birds be so smart? Background, significance, and implications of the revised view of the avian brain.» En: *Comp Cog Beh Rev* 4 (2009), págs. 103-115.

65. Tal como escribió Peter Marler: «La asunción generalizada de que el área cortical superficial está directamente correlacionada con la inteligencia nos hizo presuponer que el cerebro aviar, de superficie lisa, no estaría bien diseñado para posibilitar logros intelectuales de alto nivel». Marler, P. «Social cognition.» En: *Curr Orni* 13 (1996), págs. 1-32.

66. Karten, H. J. En: Pertras, J. (ed.). *Comparative and Evolutionary Aspects of the Vertebrate Central Nervous System*. En: *Ann NY Acad Sci* 167 (1969), págs. 164-179; Karten, H. J.; Hodos, W. A. *A Stereotaxic Atlas of the Brain of the Pigeon*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1967.

67. Avian Brain Nomenclature Consortium. «Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution.» En: *Nat Rev Neurosci* 6, n.º 2 (2005), págs. 151-159.

68. Herrnstein, R. J.; Loveland, D. H. «Complex visual concept in the pigeon.» En: *Science* 146 (1964), págs. 549-551.

69. Avian Brain Nomenclature Consortium. «Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution», págs. 151-159.

70. Entrevista a Erich Jarvis, 23 de marzo de 2012.

71. Pepperberg, I. M. *The Alex Studies*. Boston: Harvard University Press, 1999, pág. 9.

72. Veit, L., *et al.* «Neuronal correlates of visual working memory in the corvid endbrain.» En: *J Neurosci* 34, n.º 23 (2014), págs. 7778-7786.

73. Güntürkün, O. «The convergent evolution of neural substrates for cognition.» En: *Psychol Res* 76 (2012), págs. 212-219.

74. Voelkl B., *et al.* «Matching times of leading and following suggest cooperation through direct reciprocity during V-formation flight in ibis.» En: *PNAS* 112, n.º 7 (2015), págs. 2115-2120.

1. Entre las fuentes de las cuales está extraída la información general acerca de los cuervos de Nueva Caledonia se cuentan mis entrevistas a Alex Taylor, mayo de 2014, y Taylor, A. H. «Corvid cognition.» En: *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci* 5, n.º 3 (2014), págs. 361-372.

2. Bluff, L. A., *et al.* «Tool use by wild New Caledonian crows *Corvus moneduloides* at natural foraging sites.» En: *Proc R Soc B* 277, n.º 1686 (2010), págs. 1377-1385.

3. Klump, B. C., *et al.* «Context-dependent “safekeeping” of foraging tools in New Caledonian crows.»
En: *Proc R Soc B* 282 (2015), pág. 20150278.

4. Taylor, A. H.; Gray, R. D. «Is there a link between the crafting of tools and the evolution of cognition?»
En: *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci* 5, n.º 6 (2014), págs. 693-703.

5. La información siguiente sobre el uso de herramientas por parte de animales está extraída de Shumaker, R. W., *et al. Animal Tool Behavior*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011.

6. Brockmann, H. J. «Tool use in digger wasps (*Hymenoptera: Sphecinae*).» En: *Psyche* 92 (1985), págs. 309-330.

7. Biro, D., *et al.* «Tool use as adaptation.» En: *Phil Trans R Soc Lond B* 368, n.º 1630 (2013), pág. 20120408.

8. Meulman, E.; Van Schaik, C. P. «Orangutan tool use and the evolution of technology.» En: Sanz, C. M., *et al.* (ed.). *Tool Use in Animals: Cognition and Ecology*. Nueva York: Cambridge University Press, 2013, pág. 176.

9. Boesch, C. «Ecology and cognition of tool use in chimpanzees.» En: Sanz, C. M., *et al.* (eds.). *Tool Use in Animals: Cognition and Ecology*, págs. 21-47.

10. McGrew, W. C. «Is primate tool use special? Chimpanzee and New Caledonian crow compared.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 368 (2013), pág. 20120422.

11. Chappell, J.; Kacelnik, A. «Tool selectivity in a non-primate, the New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*).» En: *Anim Cogn* 5 (2002), págs. 71-78; Chappell, J.; Kacelnik, A. «Selection of tool diameter by New Caledonian crows *Corvus moneduloides*.» En: *Anim Cogn* 7 (2004), págs. 121-127.

12. Wimpenny, J. H., *et al.* «Cognitive processes associated with sequential tool use in New Caledonian crows.» En: *PLoS ONE* 4, n.º 8 (2009): e6471, doi: 10.1371/journal.pone.0006471.

13. Las citas de Taylor incluidas a continuación están extraídas de entrevistas realizadas en mayo de 2014.

14. Tanaka, K. D., *et al.* «Gourmand New Caledonian crows munch rare escargots by dropping numerous broken shells of a rare endemic snail *Placostylus fibratus*, a species rated as vulnerable, were scattered around rocky beds of dry creeks in rainforest of New Caledonia.» En: *J Ethol* 31 (2013), págs. 341-344.

15. Grant, P. R. *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986, pág. 393.

16. Shumaker, R. W., *et al.* *Animal Tool Behavior*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011, pág. 38.

17. Nihei, Y. «Variations of behavior of carrion crows *Corvus corone* using automobiles as nutcrackers.»
En: *Jpn J Ornithol* 44 (1995), págs. 21-35.

18. Shumaker, R. W., *et al.* *Animal Tool Behavior*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011, pág. 35-58.

19. Rekasi, J. «Über die Nahrung des Weisstorchs (*Ciconia ciconia*) in der Batschka (SüdUngarn).» En: *Ornith Mit* 32 (1980), págs. 154-155, citado en Lefebvre, L., *et al.* «Tools and brains in birds.» En: *Behaviour* 139 (2002), págs. 939-973.

20. Pepperberg, I. M.; Shive, H. A. «Simultaneous development of vocal and physical object combinations by a grey parrot (*Psittacus erithacus*): bottle caps, lids, and labels.» En: *J Comp Psychol* 115 (2001), págs. 376-384.

21. Cole, P. D. «The ontogenesis of innovative tool use in an American crow (*Corvus brachyrhynchus*).» (Tesis doctoral, Universidad de Dalhousie, 2004).

22. Lefebvre, L. «Feeding innovations and forebrain size in birds.» (Ponencia ante la AAAS, 21 de febrero de 2005, parte del simposio «Mind, Brain and Behavior»).

23. Eisner, T. «“Anting” in blue jays: Evidence in support of a food-preparatory function.» En: *Chemoecology* 18, n.º 4 (diciembre de 2008), págs. 197-203.

24. Caffrey, C. «Goal-directed use of objects by American crows.» En: *Wilson Bulletin* 113, n.º 1 (2001), págs. 114-115.

25. Janes S. W., *et al.* «The apparent use of rocks by a raven in nest defense.» En: *Condor* 78 (1976), pág. 409.

26. Shumaker, R. W., *et al.* *Animal Tool Behavior*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011, págs. 35-58.

27. Taylor, S. *John Gould's Extinct and Endangered Birds of Australia*. Canberra: National Library of Australia, 2012, pág. 130 .

28. Balda, R. P. «Corvids in combat: With a weapon?» En: *Wilson J Ornithol* 119, n.º 1 (2007), pág. 100.

29. Tebbich, S. «Tool-use in the woodpecker finch *Cactospiza pallida*: Ontogeny and ecological relevance.» (Tesis doctoral, Universidad de Viena, 2000). Según Gavin Hunt, las otras especies que utilizan herramientas de manera habitual son los alimoches comunes, los milanos pechinegros, los trepadores cabecipardos y las cacatúas enlutadas. Gavin Hunt, comunicación personal, enero de 2015.

30. Tebbich, S., *et al.* «The ecology of tool-use in the woodpecker finch (*Cactospiza pallida*).» En: *Ecol Lett* 5 (2002), págs. 656-664.

31. Tebbich, S. «Do woodpecker finches acquire tool-use by social learning?» En: *Proc R Soc B* 268 (2001), págs. 1-5.

32. Merlen, G.; Davis-Merlen, G. «Whish: More than a toolusing finch.» En: *Noticias de Galápagos* 61 (2000), págs. 2-9.

33. Tebbich, S., *et al.* «Use of a barbed tool by an adult and a juvenile woodpecker finch (*Cactospiza pallida*).» En: *Behav Process* 89, n.º 2 (2012), págs. 166-171.

34. Auersperg, A. M. I., *et al.* «Explorative learning and functional inferences on a five-step means-means-end problem in Goffin's cockatoos (*Cacatua goffini*).» En: *PLoS ONE* 8, n.º 7 (2013): e68979.

35. Auersperg, A. M. I., *et al.* «Spontaneous innovation in tool manufacture and use in a Goffin's cockatoo.» En: *Curr Biol* 22, n.º 21 (2012): R903–R904.

36. Bluff, L. A., *et al.* «Tool use by wild New Caledonian crows *Corvus moneduloides* at natural foraging sites.» En: *Proc R Soc B* 277 (2010), págs. 1377-1385; Rutz, C., *et al.* «Video cameras on wild birds.» En: *Science* 318, n.º 5851 (2007), pág. 765.

37. Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows.» En: *Behav Proc* 89 (2012), págs. 153-165.

38. *Ibíd.*, pág. 156.

39. Hunt, G. R.; Gray, R. D. «The crafting of hook tools by wild New Caledonian crows.» En: *Proc R Soc B* (supl.) 271 (2004), págs. S88-S90.

40. Hunt, G. R. «Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows.» En: *Nature* 379 (1996), págs. 249-251; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Species-wide manufacture of stick-type tools by New Caledonian crows.» En: *Emu* 102 (2002), págs. 349-353; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Diversification and cumulative evolution in tool manufacture by New Caledonian crows.» En: *Proc R Soc B* 270 (2003), págs. 867-874; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «The crafting of hook tools by wild New Caledonian crows.» En: *Proc R Soc B* (supl.) 271 (2004), págs. S88-S90; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Direct observations of pandanus-tool manufacture and use by a New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*).» En: *Anim Cogn* 7 (2004), págs. 114-120; Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows.» En: *Behav Processes* 89, n.º 2 (2012), págs. 153-165.

41. Hunt, G. R. «Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows.» En: *Nature* 379 (1996), págs. 249-251; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Direct observations of pandanus-tool manufacture and use by a New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*).»

42. Holzhaider, J. C., *et al.* «Social learning in New Caledonian crows.» En: *Learn Behav* 38, n.º 3 (2010), págs. 206-219.

43. Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Diversification and cumulative evolution in tool manufacture by New Caledonian crows.»

44. Dean, L. G., *et al.* «Identification of the social and cognitive processes underlying human cumulative culture.» En: *Science* 335 (2012), págs. 1114-1118.

45. Gavin Hunt, comunicación personal, enero de 2015; Hunt, G. R. «New Caledonian crows' (*Corvus moneduloides*) pandanus tool designs: Diversification or independent invention?» En: *Wilson J Ornithol* 126, n.º 1 (2014), págs. 133-139; Hunt, G. R.; Gray, R. D. «Diversification and cumulative evolution in tool manufacture by New Caledonian crows.»

46. Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows.»

47. St Clair, J. J. H.; Rutz, C. «New Caledonian crows attend to multiple functional properties of complex tools.» En: *Phil Trans R Soc Lond B* 368, n.º 1630 (2013), pág. 20120415.

48. El análisis siguiente acerca de las peculiaridades y los posibles orígenes evolutivos del uso de herramientas por parte de los cuervos está inspirado en el excelente artículo de C. Rutz y J. J. H. St Clair «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows».

49. La información sobre Nueva Caledonia está extraída del sitio web de Conservation International: http://sp10.conservation.org/where/asia-pacific/pacific_islands/new_caledonia/Pages/overview.aspx; Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows», págs. 153-165.

50. Consulte: <http://newcaledoniaplants.com/>.

51. Consulte: <http://newcaledoniaplants.com/plant-catalog/araucarians/>.

52. Fain, M. G.; Houde, P. «Parallel radiations in the primary clades of birds.» En: *Evolution* 58 (2004), págs. 2558-2573.

53. Gasc, A., *et al.* «Biodiversity sampling using a global acoustic approach: Contrasting sites with microendemics in New Caledonia.» En: *PLoS ONE* 8, n.º 5 (2013): e65311.

54. Hay unas 3.270 especies de plantas registradas en el archipiélago, el setenta y cuatro por ciento de las cuales son endémicas (unas 2.430 especies). Consúltese: <http://www.cepf.net/resources/hotspots/Asia-Pacific/Pages/New-Caledonia.aspx>.

55.

Consúltese:

http://sp10.conservation.org/where/asiapacific/pacific_islands/new_caledonia/Pages/overview.aspx.

56. Es posible que un área terrestre permaneciera sobre las aguas y que los cuervos vivieran en el refugio que les proporcionaba este islote. Este planteamiento explicaría asimismo la presencia del kagú. Véase Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows.»

57. La información siguiente sobre la ecología del uso de herramientas del cuervo de Nueva Caledonia está extraída de: Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows»; Rutz, C., *et al.* «The ecological significance of tool use in New Caledonian crows.» En: *Science* 329, n.º 5998 (2010), págs. 1523-1526.

58. Rutz, C., *et al.* «The ecological significance of tool use in New Caledonian crows»; Rutz, C., *et al.* «Video cameras on wild birds.» En: *Science* 318, n.º 5851 (2007), pág. 765.

59. Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows.»

60. Kenward, B., *et al.* «Tool manufacture by naïve juvenile crows.» En: *Nature* 433 (2005), pág. 121;
Kenward, B., *et al.* «Development of tool use in New Caledonian crows: Inherited action patterns and social influences.» En: *Anim Behav* 72 (2006), págs. 1329-1343.

61. Holzhaider, J. C., *et al.* «Social learning in New Caledonian crows.»

62. La descripción siguiente se basa en Holzhaider, J. C., *et al.* «Social learning in New Caledonian crows»; en notas extraídas de la comunicación personal con Jenny Holzhaider y de su entrevista radiofónica de 2011 en 95bFM, disponible en internet en: http://www.95bfm.co.nz/assets/sm/198489/3/RSL_8.02.11.mp3, así como en el fascinante análisis del proceso de aprendizaje de *Yellow-Yellow* que Russell Gray expuso en su ponencia de 2014 «The evolution of cognition without miracles» (Conferencias de Nimega, 27-29 de enero de 2014), cuya grabación en vídeo puede consultarse en: <http://www.mpi.nl/events/nijmegen-lectures-2014/lecture-videos>.

63. Según Hunt, Holzhaider *et al.*: «Creemos que la evidencia más robusta de evolución tecnológica acumulativa al estilo de los humanos en no humanos son las herramientas que los cuervos de Nueva Caledonia fabrican a partir de hojas de la especie arbórea *Pandanus*». Holzhaider, J. C., *et al.* «Social learning in New Caledonian crows.»

64. Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.»

65. Hunt, G. R.; Holzhaider, J. C.; Gray, R. D. «Prolonged parental feeding in tool-using New Caledonian crows.» En: *Ethology* 188 (2012), págs. 1-8.

66. Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows.»

67. Troscianko, J., *et al.* «Extreme binocular vision and a straight bill facilitate tool use in New Caledonian crows.» En: *Nat Comm* 3 (2012), pág. 1110.

68. A. Kacelnik citado en: «Why tool-wielding crows are left- or right-beaked.» En: *Cell Press* 4 (diciembre de 2014). Disponible en: <http://phys.org/news/2014-12-toolwielding-crows-left-right-beaked.htm>.

69. Troscianko, J., *et al.* «Extreme binocular vision and a straight bill facilitate tool use in New Caledonian crows.» En: *Nat Comm* 3 (2012), pág. 1110.

70. Biro, D., *et al.* «Tool use as adaptation.» En: *Phil Trans R Soc Lond B* 368, n.º 1630 (2013): 20120408.

71. Troscianko, J., *et al.* «Extreme binocular vision and a straight bill facilitate tool use in New Caledonian crows.» En: *Nat Comm* 3 (2012), pág. 1110.

72. Gavin Hunt, comunicación personal, 21 de enero de 2015.

73. Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.»

74. Cnotka J., *et al.* «Extraordinary large brains in tool-using New Caledonian crows (*Corvus moneduloides*).» En: *Neurosci Lett* 433 (2008), págs. 241-245. Algunos científicos se muestran escépticos tanto en lo concerniente al método como al análisis de este estudio. «Las pruebas publicadas relativas a las adaptaciones neurológicas provocadas por el uso de herramientas en los cuervos de Nueva Caledonia son endeables en el mejor de los casos», escriben Christian Rutz y J. J. H. St Clair. Véase Rutz y St Clair, «The evolutionary origins and ecological context of tool use in New Caledonian crows».

75. Mehlhorn, J. «Tool-making New Caledonian crows have large associative brain areas.» En: *Brain Behav Evolut* 75 (2010), págs. 63-70.

76. Gray, R. «The evolution of cognition without miracles»; Medina, F. S., *et al.* «Perineuronal satellite neuroglia in the telencephalon of New Caledonian crows and other Passeriformes: Evidence of satellite glial cells in the central nervous system of healthy birds?». En: *Peer J* 1 (2013), pág. e110.

77. Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.»

78. La información siguiente está extraída de una entrevista a Alex Taylor y de Taylor, A. «Corvid cognition.» En: *WIREs Cogn Sci* (2014), doi: 10.1002/wcs.1286.

79. Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.»

80. Taylor, A. H., *et al.* «Spontaneous metatool use by New Caledonian crows.» En: *Curr Biol* 17 (2007), págs. 1504-1507; Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.»

81. Taylor, A. H. «Corvid cognition.» En: *WIREs Cogn Sci* (2014), doi: 10.1002/wcs.1286.

82. Alex Taylor, comunicación personal, 7 de enero de 2015.

83. Algunos científicos, incluido Christian Rutz, consideran que es mejor no dar nombre a los sujetos de estudio, «pues ello podría influir en el modo como los experimentadores observan/puntúan los ensayos experimentales e interpretan las evidencias», afirma Rutz. Christian Rutz, comunicación personal, 30 de julio de 2015.

84. Taylor, A. H., *et al.* «An end to insight? New Caledonian crows can spontaneously solve problems without planning their actions.» En: *Proc R Soc B* 279, n.º 1749 (2012), págs. 4977-4981; entrevista a Alex Taylor.

85. Véase, no obstante, Seed A. M.; Boogert, N. J. «Animal cognition: An end to insight?» En: *Curr Biol* 23, n.º 2 (2013), págs. R67-R69.

86. Christian Rutz opina que desplazar aves entre distintos puntos de Nueva Caledonia es muy arriesgado. «Si el uso de las herramientas que hacen estas aves encierra componentes aprendidos, exponerlas a técnicas con las cuales no están familiarizadas podría alterar las “tradiciones” o “culturas” locales. Nuestro equipo siempre estudia los cuervos *in situ* (es decir, allá donde fueron atrapados), para evitar una “contaminación” inadvertida de esta índole entre poblaciones.» Christian Rutz, comunicación personal, 30 de julio de 2015.

87. Jelbert, S. A., *et al.* «Using the Aesop's fable paradigm to investigate causal understanding of water displacement by New Caledonian crows.» En: *PloS One* 9, n.º 3 (2014), págs. 1-9.

88. Taylor, A. H., *et al.* «New Caledonian crows reason about hidden causal agents.» En: *PNAS* 109, n.º 40 (2012), págs. 16389-16391.

89. Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.»

90. Saxe, R., *et al.* «Knowing who dunnit: Infants identify the causal agent in an unseen causal interaction.» En: *Develop Psych* 43, n.º 1 (2007), págs. 149-158; Saxe, R., *et al.* «Secret agents: Inferences about hidden causes by 10- and 12-month-old infants.» En: *Psychol Sci* 16, n.º 12 (2005), págs. 995-1001.

91. Gray, R. «The evolution of cognition without miracles.»

92. Los críticos con este estudio han insinuado que los cuervos podrían no estar ejerciendo un razonamiento causal, sino simplemente asociando el hecho de que el palito les dé unos toquecitos con la presencia de un humano en el interior del escondite. Véase Boogert, N. J., *et al.* «Do crows reason about causes or agents? The devil is in the controls.» En: *PNAS* 110, n.º 4 (2013): E273. «Desde luego que existe una asociación —concede Taylor—. Si ven moverse el palo, luego saldrá un humano del escondite. Pero esta explicación no aclara por qué los cuervos no sienten miedo después de que el humano se vaya. La teoría de la asociación sugeriría que los cuervos son unos suicidas, tan insensatos que colocan alegremente la cabeza en el punto por el que asomará el palito.» Véase Taylor, A. H., *et al.* «Reply to Boogert et al: The devil is unlikely to be in association or distraction.» En: *PNAS* 110, n.º 4 (2013), pág. E274.

93. Taylor, A. H., *et al.* «Of babies and birds: Complex tool behaviours are not sufficient for the evolution of the ability to create a novel causal intervention.» En: *Proc R Soc B* 281, n.º 1787 (2014), págs. 1-6.

94. Emery, N. J.; Clayton, N. S. «Do birds have the capacity for fun?» En: *Curr Biol* 25, n.º 1 (2015), págs. R16-R19.

95. W. H. Thorpe en Ficken, M. «Avian Play.» En: *Auk* 94 (1977), pág. 574.

96. Ficken, M. «Avian Play.» En: *Auk* 94 (1977), págs. 573-582.

97. Gotch, A. F. *Latin Names Explained*. Nueva York: Facts on File, 1995, pág. 286.

98. Diamond, J.; Bond, A. B. *Kea: Bird of Paradox*. Berkeley; Los Angeles: University of California Press, 1999, pág. 76.

99. *Ibíd.*, pág. 99.

100. Miller, M. «Parrot Steals \$1100 from Unsuspecting Tourist.» En: *Sunday Morning Herald*, 4 de febrero de 2013. Disponible en: <http://www.traveller.com.au/parrot-steals-1100-from-unsuspectingtourist-2dtc2>.

101. Moreau, R.; Moreau, W. «Do young birds play?» En: *Ibis* 86 (1944), págs. 93-94.

102. Brazil, M. «Common raven *Corvus corax* at play; records from Japan.» En: *Ornithol Sci* 1 (2002), págs. 150-152.

103. Auersperg, A. M. I., *et al.* «Combinatory actions during object play in psittaciformes (*Diopsittaca nobilis*, *Pionites melanocephala*, *Cacatua goffini*) and corvids (*Corvus corax*, *C. monedula*, *C. moneduloides*).» En: *J Comp Psych* 129, n.º 1 (2015), págs. 62-71; Auersperg, A. M. I., *et al.* «Unrewarded object combinations in captive parrots.» En: *Anim Behav Cogn* 1, n.º 4 (2014), págs. 470-488.

104. Los keas también se sienten atraídos por los objetos amarillos y también en su caso tienen bandas amarillas bajo las alas. Auersperg, A. M. I., *et al.* «Unrewarded object combinations in captive parrots.» En: *Anim Behav Cogn* 1, n.º 4 (2014), págs. 470-488.

105. La exposición siguiente se basa en entrevistas realizadas a Alex Taylor y en: Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The ecological significance of tool use in New Caledonian crows».

106. Rutz, C.; St Clair, J. J. H. «The ecological significance of tool use in New Caledonian crows.»

107. Beggs, J. R.; Wilson, P. R. «Energetics of South Island kaka (*Nestor meridionalis*) feeding on the larvae of kanuka longhorn beetles (*Ochrocydus huttoni*).» En: *New Zealand J Ecol* 10 (1987), págs. 143-147.

108. Entrevista a Gavin Hunt, 12 de mayo de 2014.

109. Consúltese: <http://newcaledoniaplants.com/plant-catalog/humid-forest-plants/>.

1. Michel de Montaigne. *Ensayos completos*. Madrid: Cátedra, 2004.

2. Green, P. «The communal crow.» En: *BBC Wildlife* 14, n.º 1 (1996), págs. 30-34.

3. L. M. Aplin, *et al.* «Social networks predict patch discovery in a wild population of songbirds.» En: *Proc R Soc B* 279 (2012), págs. 4199-4205.

4. Schjelderup-Ebbe, T. «Contributions to the social psychology of the domestic chicken.» En: Schein, M. (ed.). *Social Hierarchy and Dominance*. Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson & Ross, 1975, págs. 35-49. Ahora bien, si las gallinas se separan durante unas semanas, tienden a olvidar sus relaciones de dominio. Véase Schjelderup-Ebbe, T. «Social behavior in birds.» En: Murchison, C. (ed.). *Handbook of Social Dynamics of Hierarchy Formation*. Worcester, MA: Clark University Press, 1935, págs. 947-972.

* En inglés, *pecking order* alude al orden en que «picotean» la comida. (*N. de la T.*)

5 Humphrey, N. «The social function of intellect», publicado inicialmente en Bateson, P. P. G.; Hinde, R. A. *Growing Points in Ethology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976, págs. 303-317. La idea surgió en: Chance, M. R. A.; Mead, A. P. «Social behavior and primate evolution.» En: *Symp Soc Exp Biol* 7 (1953), págs. 395-439; y Jolly, A. «Lemur social behavior and primate intelligence.» En: *Science* 153 (1966), págs. 501-506.

6. Prior, H., *et al.* «Mirror-induced behavior in the magpie (*Pica pica*): Evidence of self-recognition.» En: *PLoS Biol* 6, n.º 8 (2008), pág. e202.

7 Juniper, T.; Parr, M. *Parrots: A Guide to Parrots of the World*. New Haven, CT: Yale University Press, 1998, pág. 22.

8. Los loros grises a los que se cría en soledad en jaulas en ocasiones dan muestra de un estrés agudo, que se manifiesta en que se arrancan sus propias plumas o gritan. Recientemente los científicos han descubierto que el aislamiento social deteriora los cromosomas de las aves, acortando sus telómeros, esos pequeños «capuchones» de los cromosomas parecidos a los protectores de plástico de los cordones por el hecho de que evitan que los cromosomas se deshilachen. Véase Davis, C. S. «Parrot psychology and behavior problems.» En: *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 21 (1991), págs. 1281-1288; Aydinonat, D., *et al.* «Social isolation shortens telomeres in African grey parrots (*Psittacus erithacus erithacus*).» En: *PLoS ONE* 9, n.º 4 (2014), pág. e93839.

9 Peron, F., *et al.* «Human–grey parrot (*Psittacus erithacus*) reciprocity.» En: *Anim Cogn* (2014), doi: 10.1007/s10071-014-0726-3.

10. «Birds That Bring Gifts and Do the Gardening.» En: *BBC News Magazine*, 10 de marzo de 2015.
Disponible en: <http://www.bbc.com/news/magazine-31795681>.

11. Marzluff, J.; Angell, T. *Gifts of the Crow*. Nueva York: Free Press, 2012, pág. 108.

12. Sewall, K. «The Girl Who Gets Gifts from Birds.» En: *BBC News Magazine*, 25 de febrero de 2015.
Disponible en: <http://www.bbc.com/news/magazine-31604026>.

13. Marzluff, J.; Angell, T. *Gifts of the Crow*, pág. 114.

14. Wascher, C. A. F.; Bugnyar, T. «Behavioral responses to inequity in reward distribution and working effort in crows and ravens.» En: *PLoS ONE* 8, n.º 2 (2013), pág. e56885.

15. Dufour, V., *et al.* «Corvids can decide if a future exchange is worth waiting for.» En: *Biol Lett* 8, n.º 2 (2012), págs. 201-204.

16. Auersperg, A. M. I., *et al.* «Goffin cockatoos wait for qualitative and quantitative gains but prefer “better” to “more”.» En: *Biol Lett* 9 (2013), pág. 20121092.

17. Bugnyar, T. «Social cognition in ravens.» En: *Comp Cogn Behav Rev* 8 (2013), págs. 1-12.

18. Fraser, O. N.; Bugnyar, T. «Do ravens show consolation? Responses to distressed other.» En: *PLoS ONE* 5, n.º 5 (2010), pág. e10605.

19. Boeckle, M.; Bugnyar, T. «Long-term memory for affiliates in ravens.» En: *Curr Biol* 22 (2012), págs. 801-806.

20. Heinrich, B. *Mind of the Raven*. Nueva York: Harper Perennial, 2007, pág. 176.

21. Marzluff, J. M. «Lasting recognition of threatening people by wild American crows.» En: *Anim Behav* 79 (2010), págs. 699-707.

22. John Marzluff, comunicación personal, 10 de febrero de 2015.

23. Marzluff, J. M., *et al.* «Brain imaging reveals neuronal circuitry underlying the crow's perception of human faces.» En: *PNAS* 109, n.º 39 (2012), págs. 15912-15917.

24. Paz-y-Miño, G. C., *et al.* «Pinyon jays use transitive inference to predict social dominance.» En: *Nature* 430 (2004), pág. 778.

25. Ostojčić, L., *et al.* «Can male Eurasian jays disengage from their own current desire to feed the female what she wants?» En: *Biol Lett* 10 (2014), pág. 20140042; Ostojčić, L., *et al.* «Evidence suggesting that desire–state attribution may govern food sharing in Eurasian jays.» En: *PNAS* 110 (2013), págs. 4123-4128.

26. Ljerka Ostojić, comunicación personal, abril de 2015.

27. *Ibíd.*

28. Seyfarth, R. M.; Cheney, D. L. «Affiliation, empathy, and the origins of theory of mind.» En: *PNAS* (supl.) 110, n.º 2 (2013), págs. 10349-10356.

29. Bugnyar, T.; Kotrschal, K. «Scrounging tactics in free-ranging ravens.» En: *Ethology* 108 (2002), págs. 993-1009; Green, P. «The communal crow.» En: *BBC Wildlife* 14, n.º 1 (1996), págs. 30-34.

30. Guillette, L. M., *et al.* «Individual differences in learning speed, performance accuracy and exploratory behavior in blackcapped chickadees.» En: *Anim Cogn* 18, n.º 1 (2015), págs. 165-178.

31. Aplin, L. M., *et al.* «Social networks predict patch discovery in a wild population of songbirds.» En: *Proc R Soc B* 279 (2012), págs. 4199-4205.

322. Lucy Aplin, comunicación personal, 10 de marzo de 2015.

33. Aplin, L. M., *et al.* «Social networks predict patch discovery in a wild population of songbirds»; Farine, D. R. «Interspecific social networks promote information transmission in wild songbirds.» En: *Proc R Soc B* 282 (2015): 20142804; Lucy Aplin, comunicación personal, 10 de marzo de 2015.

34. Seppanen, J. T.; Forsman, J. T. «Interspecific social learning: Novel preference can be acquired from a competing species.» En: *Curr Biol* 17 (2007), págs. 1248-1252.

35. Aplin, L. M.; *et al.* «Experimentally induced innovations lead to persistent culture via conformity in wild birds.» En: *Nature* 518, n.º 7540 (2014), págs. 538-541.

36. Lucy Aplin, comunicación personal, 10 de marzo de 2015.

37. Boogert, N. «Milk bottle-raiding birds pass on thieving ways to their flock.» En: *The Conversation*, 4 de diciembre de 2014. Disponible en: <https://theconversation.com/milk-bottle-raiding-birdspass-on-thieving-ways-to-their-flock-34784>.

38. Swaddle, J. P., *et al.* «Socially transmitted mate preferences in a monogamous bird: A non-genetic mechanism of sexual selection.» En: *Proc R Soc B* 272 (2005), págs. 1053-1058.

39. Curio, E., *et al.* «Cultural transmission of enemy recognition: One function of mobbing.» En: *Science* 202 (1978), pág. 899.

40. Feeney, W. E.; Langmore, N. E. «Social learning of a brood parasite by its host.» En: *Biol Letters* 9 (2013), pág. 20130443.

41. Marzluff, J. M. «Lasting recognition of threatening people by wild American crows.» En: *Anim Behav* 79 (2010), págs. 699-707.

42. Caro, T. M.; Hauser, M. D. «Is there teaching in nonhuman animals?» En: *Q Rev Biol* 67 (1992), pág. 151.

43. Thornton, A.; McAuliffe, K. «Teaching in wild meerkats.» En: *Science* 313 (2006), págs. 227-229.

44. Franks, N. R.; Richardson, T. «Teaching in tandem running ants.» En: *Nature* 439, n.º 153 (2006), doi: 10.1038/439153a.

45. Amanda Ridley, comunicación personal, 11 de marzo de 2015.

46. Nelson-Flower, M. J., *et al.* «Monogamous dominant pairs monopolize reproduction in the cooperatively breeding pied babbler.» En: *Behav Ecol* (2011), doi: 10.1093/beheco/arr018.

47. *Ibíd.*

48. Ridley, A. R.; Raihani, N. J. «Facultative response to a kleptoparasite by the cooperatively breeding pied babbler.» En: *Behav Ecol* 18 (2007), págs. 324-330; Ridley, A. R., *et al.* «The cost of being alone: The fate of floaters in a population of cooperatively breeding pied babblers *Turdoides bicolor*.» En: *J Avian Biol* 39 (2008), págs. 389-392.

49. «The re-occurrence of an extraordinary behaviour: A new kidnapping event in the population.» En: *Pied & Arabian Babbler Research* (blog), noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.babbler-research.com/news.html>. «¡Lizzy informa de que se ha producido un nuevo secuestro en la población! Se trata de una noticia SUMAMENTE interesante para nosotros. Los secuestros son comportamientos poco frecuentes, pero el dato más imprevisible es que se producen con mucha más frecuencia de la que imaginábamos. El secuestro encaja en el perfil CMF, un grupo muy reducido no ha conseguido tener descendencia durante un año y medio (y, por consiguiente, afronta un elevado riesgo de extinción) y roba la nidada recién nacida de un grupo SHA. Los cuidan como si fueran sus propias crías. Continuaremos supervisando esta fascinante relación entre secuestrador y secuestrado [*sic*].»

50. Ridley, A. R., *et al.* «Is sentinel behaviour safe? An experimental investigation.» En: *Anim Behav* 85, n.º 1 (2012), págs. 137-142.

51. Ridley, A. R., *et al.* «The ecological benefits of interceptive eavesdropping.» En: *Funct Ecol* 28, n.º 1 (2013), págs. 197-205.

52. *Ibíd.*

53. Flower, T. P. «Deceptive vocal mimicry by drongos.» En: *Proc R Soc B* (2010), doi: 10.1098/rspb.2010.1932.

54 Flower, T. P., *et al.* «Deception by flexible alarm mimicry in an African bird.» En: *Science* 344 (2014), págs. 513-516.

55. Raihani, N. J.; Ridley, A. R. «Adult vocalizations during provisioning: Offspring response and postfledging benefits in wild pied babblers.» En: *Anim Behav* 74 (2007), págs. 1303-1309; Raihani, N. J.; Ridley, A. R. «Experimental evidence for teaching in wild pied babblers.» En: *Anim Behav* 75 (2008), págs. 3-11. Tal como observan Raihani y Ridley, para clasificarse como enseñanza, una interacción entre dos animales debe cumplir tres requisitos: los «maestros» deben modificar su comportamiento sólo en presencia de un alumno inexperto; deben pagar algún tipo de precio o, al menos, no ganar nada con la modificación de su comportamiento y, por último, a resultas de su comportamiento modificado, el alumno debe adquirir conocimientos o aprender una habilidad más rápidamente de lo que lo haría de otro modo.

56. Thompson, A. M.; Ridley, A. R. «Do fledglings choose wisely? An experimental investigation into social foraging behavior.» En: *Behav Ecol Sociobiol* 67, n.º 1 (2013), págs. 69-78.

57. Thompson, A. M., *et al.* «The influence of fledgling location on adult provisioning: A test of the blackmail hypothesis.» En: *Proc R Soc B* 280 (2013): 20130558.

58. Thornton, J. A.; McAuliffe, A. «Cognitive consequences of cooperative breeding? A critical appraisal.» En: *J Zool* 295 (2015), págs. 12-22.

59. Amanda Ridley, comunicación personal, 7 de abril de 2015.

60. Beauchamp, G.; Fernandez-Juricic, E. «Is there a relationship between forebrain size and group size in birds?» En: *Evol Ecol Res* 6 (2004), págs. 833-842.

61. Dunbar, R.; Shultz, S. «Evolution in the social brain.» En: *Science* 317 (2007), págs. 1344-1347.

62. McNally, L., *et al.* «Cooperation and the evolution of intelligence.» En: *Proc R Soc B* (abril de 2012), doi: 10.1098/rspb.2012.0206.

63. Shultz, S.; Dunbar, R. I. M. «Social bonds in birds are associated with brain size and contingent on the correlated evolution of life-history and increased parental investment.» En: *Biol J Linn Soc* 100 (2010), págs. 111-123.

64. «Es la naturaleza cuantitativa (en lugar del número cuantitativo) de relaciones lo que impone la carga cognitiva.» *Ibíd.*

65. Emery, N. J., *et al.* «Cognitive adaptations to bonding in birds.» En: *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 362 (2007), págs. 489-505.

66. Cockburn, A. «Prevalence of different modes of parental care in birds.» En: *Proc R Soc B* 273 (2006), págs. 1375-1383.

67. Emery, N. J., *et al.* «Cognitive adaptations to bonding in birds.» En: *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 362 (2007), págs. 489-505.

68. Clayton, N. S.; Emery, N. J. «The social life of corvids.» En: *Curr Biol* 17, n.º 16 (2007), págs. R652-R656.

69. Fortune, E., *et al.* «Neural mechanisms for the coordination of duet singing in wrens.» En: *Science* 334 (2011), págs. 666-670.

70. Moravec, M., *et al.* «“Virtual parrots” confirm mating preferences of female budgerigars.» En: *Ethology* 116, n.º 10 (2010), págs. 961-971.

71. Hile, A. G., *et al.* «Male vocal imitation produces call convergence during pair bonding in budgerigars.» En: *Anim Behav* 59 (2000), págs. 1209-1218.

72. *Ibíd.*

73. O'Connell, L. A., *et al.* «Evolution of a vertebrate social decision-making network.» En: *Science* 336, n.º 6085 (2012), págs. 1154-1157.

74. Goodson, J. L.; Thompson, R. R. «Nonapeptide mechanisms of social cognition, behavior and species-specific social systems.» En: *Curr Opin Neurobiol* 20 (2010), págs. 784-794.

75. Goodson, J. L. «Nonapeptides and the evolutionary patterning of social behavior.» En: *Prog Brain Res* 170 (2008), págs. 3-15.

76. Carter, C. S., *et al.* «Oxytocin and social bonding.» En: *Ann NY Acad Sci* 652 (1992), págs. 204-211.

77. Crockford, C., *et al.* «Urinary oxytocin and social bonding in related and unrelated wild chimpanzees.»
En: *Proc R Soc B* 280 (2013): 20122765.

78. Heinrichs, M., *et al.* «Oxytocin, vasopressin, and human social behavior.» En: *Front Neuroendocrin* 30 (2009), págs. 548-557; MacDonald, K.; MacDonald, T. M. «The peptide that binds: A systematic review of oxytocin and its prosocial effects in humans.» En: *Harvard Rev Psychiat* 18, n.º 1 (2010), págs. 1-21.

79. Pepping, G.-J.; Timmermans, E. J. «Oxytocin and the biopsychology of performance in team sports.»
En: *Sci World J* (2012): 567363.

80. Scheele, D., *et al.* «Oxytocin enhances brain reward system responses in men viewing the face of their female partner.» En: *Proc Natl Acad Sci* 110, n.º 5 (2013): 20308020313.

81. Goodson, J. L.; Kingsbury, M. A. «Nonapeptides and the evolution of social group sizes in birds.» En: *Front Neuroanat* 5 (2011): 13; Goodson, J. L., *et al.* «Evolving nonapeptide mechanisms of gregariousness and social diversity in birds.» En: *Horm Behav* 61 (2012), págs. 239-250.

82. Goodson, J. L., *et al.* «Mesotocin and nonapeptide receptors promote songbird flocking behavior.» En: *Science* 325 (2009), págs. 862-866.

83. Neeltje Boogert, comunicación personal, 7 de abril de 2015.

84. Goodson, J. L., *et al.* «Mesotocin and nonapeptide receptors promote songbird flocking behavior.» En: *Science* 325 (2009), págs. 862-866.

85. Klatt, J. D.; Goodson, J. L. «Oxytocin-like receptors mediate pair bonding in a socially monogamous songbird.» En: *Proc R Soc B* 280, n.º 1750 (2012): 20122396.

86. Feldman, R. «Oxytocin and social affiliation in humans.» En: *Horm Behav* 61 (2012), págs. 380-391.

87. Marcy Kingsbury, comunicación personal, 9 de febrero de 2015; y véase Goodson, J. L., *et al.* «Oxytocin mechanisms of stress response and aggression in a territorial finch.» En: *Physiol Behav* 141 (2015), págs. 154-163. Los autores escriben: «La oxitocina puede fomentar percepciones y comportamientos negativos, tal y como se está documentando cada vez más en humanos. Así por ejemplo, la administración intranasal de oxitocina merma la confianza y la colaboración en los pacientes con una personalidad límite y fomenta el altruismo parroquial, el etnocentrismo y el menoscabo del grupo de no-pertenencia en los individuos sanos».

88. Taylor, S. E., *et al.* «Are plasma oxytocin in women and plasma vasopressin in men biomarkers of distressed pair-bond relationships?» En: *Psychol Sci* 21 (2010), págs. 3-7.

89. West, R. J. D. «The evolution of large brain size in birds is related to social, not genetic, monogamy.»
En: *Biol J Linn Soc* 111, n.º 3 (2014), págs. 668-678.

90. Griffith, S., *et al.* «Extra pair paternity in birds: A review of interspecific variation and adaptive function.» En: *Mol Ecol* 11 (2002), págs. 2195-2212.

91. Linossier, J., *et al.* «Flight phases in the song of skylarks.» En: *PLoS ONE* 8, n.º 8 (2013): e72768.

92. Hutchinson, J. M. C.; Griffith, S. C. «Extra-pair paternity in the skylark, *Alauda arvensis*.» En: *Ibis* 150 (2008), págs. 90-97.

93. Stamps, J. «The role of females in extrapair copulations in socially monogamous territorial animals.»
En: P. Gowaty (ed.). *Feminism and Evolutionary Biology: Boundaries, Intersections, and Frontiers*.
Washington, DC: Science, 1997, pág. 294.

94. Eliassen, S.; Jrgensen, C. «Extra-pair mating and evolution of cooperative neighbourhoods.» En: *PLoS ONE* 9, n.º 7 (2014): e99878.

95. Gray, E. M. «Female red-winged blackbirds accrue material benefits from copulating with extra-pair males.» En: *Anim Behav* 53, n.º 3 (1997), págs. 625-639.

96. Nancy Burley, comunicación personal, 9 de febrero de 2015.

97. Linossier, J., *et al.* «Flight phases in the song of skylarks.» En: *PLoS ONE* 8, n.º 8 (2013): e72768. Los investigadores descubrieron que las alondras con las alas más cortas sufrían más infidelidades.

98. Garamszegi, L. Z., *et al.* «Sperm competition and sexually size dimorphic brains in birds.» En: *Proc R Soc B* 272 (2005), págs. 159-166.

99. Mailliard, J. «California jays and cats.» En: *Condor*, julio de 1904, págs. 94-95.

100. Dawson, L. D. *The Birds of California: A Complete and Popular Account of the 580 Species and Subspecies of Birds Found in the State*. San Diego: South Moulton Company, 1923.

101. Grodzinski, U.; Clayton, N. S. «Problems faced by foodcaching corvids and the evolution of cognitive solutions.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 365 (2010), págs. 977-987.

102. Clayton, N. S., *et al.* «Social cognition by food-caching corvids: The western scrub-jay as a natural psychologist.» En: *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 362, n.º 1480 (2007), págs. 507-522; Thom, J. M.; Clayton, N. S. «Re-caching by western scrub-jays (*Aphelocoma californica*) cannot be attributed to stress.» En: *PLoS ONE* 8, n.º 1 (2013): e52936.

103. Stulp, G., *et al.* «Western scrub-jays conceal auditory information when competitors can hear but cannot see.» En: *Biol Lett* 5 (2009), págs. 583-585.

104. Grodzinski, U., *et al.* «Peep to pilfer: What scrub-jays like to watch when observing others.» En: *Anim Behav* 83 (2012), págs. 1253-1260.

105. Grodzinski, U.; Clayton, N. S. «Problems faced by foodcaching corvids and the evolution of cognitive solutions.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 365 (2010), págs. 977-987.

106. *Ibid.*

107. Emery, N. J.; Clayton, N. S. «Do birds have the capacity for fun?» En: *Curr Biol* 25, n.º 1 (2015), págs. R16-R19.

108. Fischer, H. «Das Triumphgeschrei der Graugans (Anser anser).» En: *Z Tierpsychol* 22 (1965), págs. 247-304.

109. Wascher, C. A. F., *et al.* «Heart rate during conflicts predicts post-conflict stress-related behavior in greylag geese.» En: *PLoS ONE* 5, n.º 12 (2010): e15751.

110. Seed, A. M., *et al.* «Postconflict third-party affiliation in rooks, *Corvus frugilegus*.» En: *Curr Biol* 17 (2007), págs. 152-158.

111. Emery, N. J., *et al.* «Cognitive adaptations to bonding in birds.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 362 (2007), págs. 489-505.

112. Plotnik, J. M.; De Waal, F. B. «Asian elephants (*Elephas maximus*) reassure others in distress.» En: *Peer J* 2 (2014): e278.

113. Fraser, O.; Bugnyar, T. «Do ravens show consolation? Responses to distressed others.» En: *PLoS ONE* 5, n.º 5 (2010): e10605.

114. A modo de control en el experimento, los investigadores observaron a las víctimas durante diez minutos al día siguiente de un conflicto para comprobar si se les aproximaban otros cuervos.

115. Fraser, O.; Bugnyar, T. «Do ravens show consolation? Responses to distressed others.» En: *PLoS ONE* 5, n.º 5 (2010): e10605.

116. Iglesias, T., *et al.* «Western scrub-jay funerals: Cacophonous aggregations in response to dead conspecifics.» En: *Anim Behav* 84, n.º 5 (2012), págs. 1103-1111.

117. King, B. «Do birds hold funerals?» En: *13.7 Cosmos & Culture* (blog), NPR, 6 de septiembre de 2012, <http://www.npr.org/blogs/13.7/2012/09/06/160535236/do-birds-hold-funerals>.

118. Erickson, L. «Scrub-jay funerals and blue jay Irish wakes.» En: *Laura's Birding Blog*, 26 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://lauraerickson.blogspot.com/2012/09/scrub-jay-funerals-and-blue-jay-irish.html>.

119. Iglesias, T. L., *et al.* «Dead heterospecifics as cues of risk in the environment: Does size affect response?» En: *Behaviour* 151 (2014), págs. 1-22.

120. Teresa Iglesias, comunicación personal, 7 de febrero de 2015.

121. Hoffman, M. L. «Is altruism part of human nature?» En: *J Personal Soc Psychol* 40 (1981), págs. 121-137.

122. Emery, N. J.; Clayton, N. S. «Do birds have the capacity for fun?» En: *Curr Biol* 25, n.º 1 (2015), págs: R16-R19.

123. K. Lorenz, citado en Bekoff, Marc. «Grief in animals: It's arrogant to think we're the only animals who mourn.» (blog). En: *Psychology Today*, 29 de octubre de 2009. Disponible en internet en: <http://www.psychologytoday.com/blog/animal-emotions/200910/grief-inanimals-its-arrogant-think-were-the-only-animals-who-mourn>.

125. *Gifts of the Crow*. Nueva York: Free Press, 2013, págs. 138-139.

126. Cross, D. J., *et al.* «Distinct neural circuits underlie assessment of a diversity of natural dangers by American crows.» En: *Proc R Soc B* 280 (2013): 20131046.

¹ Halliday, E. M. *Understanding Thomas Jefferson*. Nueva York: HarperCollins, 2001, pág. 184. Al parecer, escribe Halliday, Jefferson era capaz tanto de mostrar un «embelesamiento infantil» con su cenizote mascota como una «crueldad gélida» hacia los perros de sus esclavos. Prácticamente en la misma época en que Jefferson denominó al cenizote «un ser superior», su supervisor en Monticello, Edmund Bacon, le comunicó que los perros de los esclavos estaban matando a algunas ovejas de su rebaño, a lo cual Jefferson contestó con un: «Para asegurarnos de que haya lana suficiente, todos los perros de los negros deben ser sacrificados. Que no quede ni uno solo con vida».

2. En mayo de 1793, desde Monticello, Thomas Mann Randolph informó a Jefferson, que se encontraba en Filadelfia, de la llegada del primer cenizote residente de la Casa Blanca y Jefferson le respondió con su célebre tributo al *Mimus polyglottos*. Disponible en internet en: http://www.monticello.org/site/research-and-collections/mockingbirds#_note-1.

3. Lembke, J. *Dangerous Birds*. Nueva York: Lyons & Burford, 1992, pág. 66.

4. T. Jefferson en una carta a Abigail Adams, 21 de junio de 1785.

5 Conferencia de la Society for Neuroscience sobre «Cantos de aves: ritmos y pistas de las neuronas al comportamiento», 14 y 15 de noviembre de 2014, Universidad de Georgetown, Washington DC (en lo sucesivo indicada como «conferencia SFN»).

6. Petkov, C. I., *et al.* «Birds, primates, and spoken language origins: Behavioral phenotypes and neurobiological substrates.» En: *Front Evol Neurosci* 4 (2012), pág. 12; Jarvis, E. D. «Evolution of brain pathways for vocal learning in birds and humans.» En: Bolhuis J. J.; Everaert, M. (eds.). *Birdsong, Speech, and Language*. Cambridge, MA: MIT Press, 2013, págs. 63-107; Kroodsma, D., *et al.* «Behavioral evidence for song learning in the suboscine bellbirds (*Procnias spp.*; *Cotingidae*).» En: *Wilson J Ornithol* 125, n.º 1 (2013), págs. 1-14.

7 Shettleworth, S. J. *Cognition, Evolution, and Behavior*. Nueva York: Oxford University Press, 2010, pág. 23.

8. Pfenning, A. R., *et al.* «Convergent transcriptional specializations in the brains of humans and song-learning birds.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), pág. 13333.

9 Kubikova, L., *et al.* «Basal ganglia function, stuttering, sequencing, and repair in adult songbirds.» En: *Sci Rep* 13, n.º 4 (2014), pág. 6590.

10. Bolhuis, J. «Birdsong, speech and language.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

11. Darwin, C. *El viaje del Beagle* (edición original de 1839). Barcelona: RBA Coleccionables.

12. Riters, L. «Why birds sing: The neural regulation of the motivation to communicate» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

13. Las citas de Erich Jarvis están extraídas de la entrevista que le realicé el 23 de marzo de 2012 y de Jarvis, E. «Identifying analogous vocal communication regions between songbird and human brains.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

14. Nemeth, E., *et al.* «Differential degradation of antbird songs in a neotropical rainforest: Adaptation to perch height?» En: *Jour Acoust Soc Am* 110 (2001), págs. 3263-3274.

15. Slabbekoorn, H. «Singing in the wild: The ecology of birdsong.» En: *Nature's Music: The Science of Birdsong*. Marler, P.; Slabbekoorn, H. (eds.). Ámsterdam: Elsevier Academic Press, 2004.

16. Ryan, M. J., *et al.* «Cognitive mate choice.» En: Dukas, R.; Ratcliffe, J. (eds.). *Cognitive Ecology II*. Chicago: University of Chicago Press, 2009, págs. 137-155.

17. Gil, D., *et al.* «Birds living near airports advance their dawn chorus and reduce overlap with aircraft noise.» En: *Behav Ecol* 26, n.º 2 (2014), págs. 435-443.

18. Suthers, R. A.; Zollinger, S. A. «Producing song: The vocal apparatus.» En: Zeigler, H. P.; Marler, P. (eds.). *Behavioral Neurobiology of Bird Song*. Nueva York: Annals of the New York Academy of Sciences, 2014, págs. 109-129.

19. Düring, D. N., *et al.* «The songbird syrinx morphome: A three-dimensional, high-resolution, interactive morphological map of the zebra finch vocal organ.» En: *BMC Biol* 11 (2013), pág. 1.

20. Zollinger, S. A., *et al.* «Two-voice complexity from a single side of the syrinx in northern mockingbird *Mimus polyglottos* vocalizations.» En: *J Exp Biol* 211 (2008), págs. 1978-1991.

21. Elemans, C. P. H., *et al.* «Superfast vocal muscles control song production in songbirds.» En: *PLoS ONE* 3, n.º 7 (2008): e2581.

22. Consulte: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/720> doi: 10.2173.

23. En cambio, los loros y las aves lira, famosos por su versatilidad vocal, parecen salir airosos sólo con unos cuantos.

24. Gentner, T. «Mechanisms of auditory attention.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

25. Kroodsma, D. *The Singing Life of Birds*. Boston: Houghton Mifflin, 2007, págs. 76-77.

26. Zollinger, S. A.; Suthers, R. A. «Motor mechanisms of a vocal mimic: Implications for birdsong production.» En: *Proc R Soc B* 271 (2004), págs. 483-491.

27. Kelley, L. A., *et al.* «Vocal mimicry in songbirds.» En: *Anim Behav* 76 (2008), págs. 521-528.

28. Kroodsma, D. E.; Parker, L. D. «Vocal virtuosity in the brown thrasher.» En: *Auk* 94 (1977), págs. 783-785.

29. Hultsch, H.; Todt, D. «Memorization and reproduction of songs in nightingales (*Luscinia megarhynchos*): Evidence for package formation.» En: *J Comp Phys A* 165 (1989), págs. 197-203.

30. Dowsett-Lemaire, F. «The imitative range of the song of the marsh warbler *Acrocephalus palustris*, with special reference to imitations of African birds.» En: *Ibis* 121 (2008), págs. 453-468.

31. Pollock, H. J. «Living with the lyrebirds.» En: *Proc Zool Soc* (23 de julio de 1965), págs. 20-24.

32. Flower, T. P. «Deceptive vocal mimicry by drongos.» En: *Proc R Soc B* (2010), doi: 10.1098/rspb.2010.1932.

33. Marler, P.; Slabbekoorn, H. *Nature's Music: The Science of Birdsong*. Ámsterdam: Elsevier Academic Press, 2004, pág. 35.

34. Fitzgibbon, W. C. «Talk of the Town.» En: *New Yorker*, 14 de agosto de 1954.

35. Ohms, V. R., *et al.* «Vocal tract articulation revisited: the case of the monk parakeet.» En: *J Exp Biol* 215 (2012), págs. 85-92; Beckers, G. J. L., *et al.* «Vocal-tract filtering by lingual articulation in a parrot.» En: *Curr Biol* 14, n.º 7 (2004), págs. 1592-1597.

36. Pepperberg, I. M. *The Alex Studies*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999, págs. 13-52.

37. Irene Pepperberg, comunicación personal, 8 de mayo de 2015.

38. El relato del naturalista Martyn Robinson se recogió en Price, H. «Birds of a feather talk together.» En: *Aust Geogr*, 15 de septiembre de 2011, Iangeo. Disponible en internet en: graphic.com.au/news/2011/09/birds-of-a-feather-talk-together/.

39. Kroodsma, D. *The Singing Life of Birds*, pág. 70.

40. Early, C. H. «The mockingbird of the Arnold Arboretum.» En: *Auk* 38 (1921), págs. 179-181.

41. Howard, R. D. «The influence of sexual selection and interspecific competition on mockingbird song.» En: *Evolution* 28, n.º 3 (1974), págs. 428-438; Wildenthal, J. L. «Structure in primary song of mockingbird.» En: *Auk* 82 (1965), págs. 161-189; Hatch, J. J. «Diversity of the song of mockingbirds reared in different auditory environments.» (Tesis doctoral, Duke University, 1967).

42. Derrickson, K. C. «Yearly and situational changes in the estimate of repertoire size in northern mockingbirds (*Mimus polyglottos*).» En: Auk 104 (1987), págs. 198-207.

43. Krebs, J. R. «The significance of song repertoires: The Beau Geste hypothesis.» En: *Anim Behav* 25, n.º 2 (1977), págs. 475-478.

44. Visscher, J. P. «Notes on the nesting habits and songs of the mockingbird.» En: *Wilson Bulletin* 40 (1928), págs. 209-216 .

45. Laskey, A. «A mockingbird acquires his song repertory.» En: *Auk* 61 (1944), págs. 211-219.

46. Consúltese: <http://naturalhistorynetwork.org/journal/articles/8-donald-culross-peatties-an-almanac-for-moderns/>.

47. E. Kandel cita al especialista en conducta de la mosca de la fruta Chip Quinn en *In Search of Memory*. Nueva York: W. W. Norton, 2006, pág. 148.

48. Zann, R. *The Zebra Finch: A Synthesis of Field and Laboratory Studies*. Nueva York: Oxford University Press, 1996.

49. Mooney, R. «Translating birdsong research.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

50. El análisis del proceso de aprendizaje de trinos en las aves está extraído de Nowicki, S.; Searcy, W. A. «Song function and the evolution of female preferences: Why birds sing and why brains matter.» En: *Ann N Y Acad Sci* 1016 (junio de 2004), págs. 704-723.

51. Dooling, R. «Audition: Can birds hear everything they sing?» En: Marler, P.; Slabbekoorn, H. (eds.). *Nature's Music: The Science of Birdsong*. Ámsterdam: Elsevier Academic Press, 2004, págs. 206-225.

52. Stone, J. S.; Cotanche, D. A. «Hair cell regeneration in the avian auditory epithelium.» En: *Int J Deve Biol* 51, n.º 607 (2007), págs. 633-647.

53. Prather, J. F., *et al.* «Neural correlates of categorical perception in learned vocal communication.» En: *Nat Neurosci* 12, n.º 2 (2009), págs. 221-228.

54 Ardet, P., *et al.* «Song tutoring in pre-singing zebra finch juveniles biases a small population of higher-order song selective neurons towards the tutor song.» En: *J Neurophysiol* 108, n.º 7 (2012), págs. 1977-1987.

55. Bolhuis, J. J., *et al.* «Twitter evolution: Converging mechanisms in birdsong and human speech.» En: *Nat Rev Neurosci* 11 (2010), págs. 747-759.

57. London, S. «Mechanisms for sensory song learning.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

58. Kuhl, P. K. «Learning and representation in speech and language.» En: *Curr Opin Neurobiol* 4, n.º 6 (1994), págs. 812-822.

59. Bolhuis, J. J., *et al.* «Twitter evolution: Converging mechanisms in birdsong and human speech.» En: *Nat Rev Neurosci* 11 (2010), págs. 747-748.

60. Aronov, D., *et al.* «A specialized forebrain circuit for vocal babbling in the juvenile songbird.» En: *Science* 320 (2008), págs. 630-634.

61. Simonyan, K., *et al.* «Dopamine regulation of human speech and bird song: A critical review.» En: *Brain Lang* 122, n.º 3 (2012), págs. 142-150.

62. Derégnaucourt, S., *et al.* «How sleep affects the developmental learning of bird song.» En: *Nature* 433 (2005), págs. 710-716; Shank, S. S.; Margoliash, D. «Sleep and sensorimotor integration during early vocal learning in a songbird.» En: *Nature* 458 (2009), págs. 73-77.

63. Woolley, S. C.; Doupe, A. «Social context-induced song variation affects female behavior and gene expression.» En: *PLoS Biol* 6, n.º 3 (2008): e62.

64. Mooney, R. «Translating birdsong research.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

65. Jarvis, E. D., *et al.* «For whom the bird sings: Context-dependent gene expression.» En: *Neuron* 21 (1998), págs. 775-788.

66. Consúltese: http://babylab.psych.cornell.edu/wp-content/uploads/2012/12/newsletter_fall_2012.pdf.

67. Goldstein, M. H. «Social interaction shapes babbling: Testing parallels between birdsong and speech.»
En: *PNAS* 100, n.º 13 (2003), págs. 8030-8035.

68. Nottebohm, F. «The neural basis of birdsong.» En: *PLoS Biol* 3, n.º 5 (2005), pág. e164.

69. Doupe, A. J.; Kuhl, P. K. «Birdsong and human speech: Common themes and mechanisms.» En: *Annu Rev Neurosci* 22 (1999), págs. 567-631; Bolhuis, J. J., *et al.* «Twitter evolution: Converging mechanisms in birdsong and human speech.» En: *Nat Rev Neurosci* 11 (2010), págs. 747-748; Marler, P. «A comparative approach to vocal learning: Song development in white-crowned sparrows.» En: *J Comp Physiol Psych* 7, n.º 2, pt. 2 (1970), págs. 1-25; Nottebohm, F. «The origins of vocal learning.» En: *Amer Natur* 106 (1972), págs. 116-140.

70. Miyagawa, S., *et al.* «The integration hypothesis of human language evolution and the nature of contemporary languages.» En: *Front Psychol* 5 (2014), págs. 564.

71. Miyagawa, S., *et al.* «The emergence of hierarchical structure in human language.» En: *Front Psychol* 4 (2013), pág. 71.

72. Entrevista a Erich Jarvis, 23 de marzo de 2012.

73. El equipo descubrió que esta expresión genética similar era más pronunciada en dos partes paralelas del cerebro del pájaro cantor y del cerebro humano: un área X del cerebro del pájaro cantor, una región «estriatal» necesaria para el aprendizaje vocal, y en el cuerpo estriado humano que se activa durante la producción del habla, así como en la parte del cerebro aviar denominada RA (núcleo robusto del arcopallium) análogo, necesaria para la producción de trinos, y en las regiones de la corteza motora laríngea en los humanos, que controla la producción del habla. Véase Pfenning, A. R., *et al.* «Convergent transcriptional specializations in the brains of humans and song-learning birds.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), pág. 13333.

74. Entrevista con Erich Jarvis; Feenders, G., *et al.* «Molecular mapping of movement-associated areas in the avian brain: A motor theory for vocal learning origin.» En: *PLoS ONE* 3, n.º 3 (2008): e1768.

75. Bolhuis, J. «Birdsong, speech and language.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).

76. Zhang, G., *et al.* «Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation.»
En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1311-1319.

77. Análisis de ADN recientes sugieren que los loros podrían estar más relacionados con los pájaros cantores de lo que se creía hasta ahora. Véase Hackett, S. J., *et al.* «A phylogenomic study of birds reveals their evolutionary history.» En: *Science* 320, n.º 5884 (2008), págs. 1763-1768; Jarvis, E. D., *et al.* «Whole genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1320-1331; Horita, H., *et al.* «Specialized motor-driven *dusp1* expression in the song systems of multiple lineages of vocal learning birds.» En: *PLoS ONE* 7, n.º 8 (2012): e42173. «Estos hallazgos condujeron a la novedosa propuesta de que el aprendizaje vocal evolucionó en dos fases en las aves (una en los colibríes y otra en un ancestro común de los pájaros cantores y los loros) y posteriormente se perdió en los pájaros cantores suboscines», escriben los científicos.

78. Chakraborty, M., *et al.* «Core and shell song systems unique to the parrot brain.» En: *PLoS ONE* (en prensa, 2015).

79. Entrevista a Erich Jarvis; Jarvis, E. D. «Selection for and against vocal learning in birds and mammals.» En: *Ornith Sci* 5 (número especial sobre la neuroecología del canto de las aves, 2006), págs. 5-14.

80. Arriago, G.; Jarvis, E. D. «Mouse vocal communication system: Are ultrasounds learned or innate?»
En: *Brain Lang* 124 (2013), págs. 96-116.

81. Entrevista a Erich Jarvis; Kagawa, H., *et al.* «Domestication changes innate constraints for birdsong learning.» En: *Behav Proc* 106 (2014), págs. 91-97; Okanoya, K. «The Bengalese finch: A window on the behavioral neurobiology of birdsong syntax study.» En: *Ann N Y Acad Sci* 1016 (2006), págs. 724-735; Suzuki, K., *et al.* «Behavioral and neural trade-offs between song complexity and stress reaction in a wild and domesticated finch strain.» En: *Neurosci Biobehav Rev* 46, pt. 4 (2014), págs. 547-556.

82. Entrevista a Erich Jarvis; véase también Garamszegi, L. Z., *et al.* «Sexually size dimorphic brains and song complexity in passerine birds.» En: *Behav Ecol* 16, n.º 2 (2004), págs. 335-345.

83. Existen pruebas de ello. Un estudio de gorriones cantores realizado en una isla rocosa de la Columbia Británica desveló que los machos con repertorios más amplios tenían más posibilidades de aparearse durante su primer año de vida y que las hembras que se apareaban con machos con repertorios más extensos criaban antes. Reid, J. M., *et al.* «Song repertoire size predicts initial mating success in male song sparrows, *Melospiza melodia.*» En: *Anim Behav* 68, n.º 5 (2004), págs. 1055-1063.

84. Podos, J. «Sexual selection and the evolution of vocal mating signals: Lessons from neotropical birds.»
En: Macedo, R. H.; Machado, G. (eds.). *Sexual Selection: Perspectives and Models from the Neotropics*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2013, págs. 341-363.

85. Podos, J.; Warren, P. S. «The evolution of geographic variation in birdsong.» En: *Adv Stud Behav* 37 (2007), págs. 403-458. Durante las primeras semanas de vida, una cría de gorrión puede aprender un dialecto nuevo. Sin embargo, después de los tres meses, el adiestramiento no surte efecto. Su trino está fijado.

86. Uscher, J. «The Language of Song: An Interview with Donald Kroodsma.» En: *Scientific American*, 1 de julio de 2002. Disponible en internet en: <https://www.scientificamerican.com/article/the-language-of-song-an-i/>.

87. Marler, P.; Tamura, M. «Song “dialects” in three populations of white-crowned sparrows.» En: *Condor* 64 (1962), págs. 368-377.

88. Payne, R. B., *et al.* «Biological and cultural success of song memes in indigo buntings.» En: *Ecology* 69 (1988), págs. 104-117.

89. Lapierre, J. M. «Spatial and age-related variation in use of locally common song elements in dawn singing of song sparrows *Melospiza melodia*: Old males sing the hits.» En: *Behav Ecol Sociobiol* 65 (2011), págs. 2149-2160.

90. Mooney, R. «Translating birdsong research.»

91. Woolley, S. C.; Doupe, A. J. «Social context-induced song variation affects female behavior and gene expression.» En: *PLoS Biol* 6 (2008): e62.

92. Wegrzyn, E., *et al.* «Whistle duration and consistency reflect philopatry and harem size in great reed warblers.» En: *Anim Behav* 79 (2010), págs. 1363-1392.

93. Cramer, E. R. A., *et al.* «Infrequent extra-pair paternity in banded wrens.» En: *Condor* 112 (2011), págs. 637-645; Byers, B. E. «Extrapair paternity in chestnut-sided warblers is correlated with consistent vocal performance.» En: *Behav Ecol* 18 (2007), págs. 130-136.

94. Botero, C. A., *et al.* «Syllable type consistency is related to age, social status, and reproductive success in the tropical mockingbird.» En: *Anim Behav* 77, n.º 3 (2009), págs. 701-706.

95. El análisis siguiente acerca de las señales que trasladan los trinos está basado en mi comunicación personal con Neeltje Boogert, abril de 2015.

96. Suthers, R. A., *et al.* «Bilateral coordination and the motor basis of female preference for sexual signals in canary song.» En: *J Exp Biol* 215 (2015), págs. 2950-2959.

97. *Ibid.*

98. Nowicki, S.; Searcy, W. A. «Song function and the evolution of female preferences: Why birds sing, why brains matter.» En: *Ann N Y Acad Sci* 1016 (2004), págs. 704-723.

99. Nowicki, S., *et al.* «Brain development, song learning and mate choice in birds: A review and experimental test of the “nutritional stress hypothesis”.» En: *J Comp Physiol A* 188 (2002), págs. 1003-1014; Nowicki, S., *et al.* «Quality of song learning affects female response to male bird song.» En: *Proc R Soc B* 269 (2002), págs. 1949-1954.

100. Brumm, H., *et al.* «Developmental stress affects song learning but not song complexity and vocal amplitude in zebra finches.» En: *Behav Ecol Sociobiol* 63, n.º 9 (2009), págs. 1387-1395.

101. Boogert, N. J., *et al.* «Song complexity correlates with learning ability in zebra finch males.» En: *Anim Behav* 76 (2008), págs. 1735-1741; Templeton, C. N., *et al.* «Does song complexity correlate with problem-solving performance in flocks of zebra finches?» En: *Anim Behav* 92 (2014), págs. 63-71.

102. Boogert, N. J., *et al.* «Song complexity correlates with learning ability in zebra finch males.» En: *Anim Behav* 76 (2008), págs. 1735-1741; Boogert, N. J., *et al.* «Mate choice for cognitive traits: A review of the evidence in nonhuman vertebrates.» En: *Behav Ecol* 22 (2011), págs. 447-459.

103. Boogert, N. J., *et al.* «Song repertoire size in male song sparrows correlates with detour reaching, but not with other cognitive measures.» En: *Anim Behav* 81 (2011), págs. 1209-1216.

104. Templeton, C. N., *et al.* «Does song complexity correlate with problem-solving performance in flocks of zebra finches?» En: *Anim Behav* 92 (2014), págs. 63-71.

105. Neeltje Boogert, comunicación personal, abril de 2015.

106. Botero, C. A., *et al.* «Climatic patterns predict the elaboration of song displays in mockingbirds.» En: *Curr Biol* 19, n.º 13 (2009), págs. 1151-1155.

107. Botero, C. A.; De Kort, S. R. «Learned signals and consistency of delivery: A case against receiver manipulation in animal communication.» En: Stegmann, U. (ed.). *Animal Communication Theory: Information and Influence*. Nueva York: Cambridge University Press, 2013, págs. 281-296; Botero, C. A., *et al.* «Syllable type consistency is related to age, social status and reproductive success in the tropical mockingbird.» En: *Anim Behav* 77, n.º 3 (2009), págs. 701-706.

108. Kroodsma, D. *The Singing Life of Birds*, pág. 201; entrevista concedida por Donald Kroodsma a *Birding*. Disponible en internet en: www.aba.org/birding/v41n3p18w1.pdf.

109. Miller, G. F. *The Mating Mind: How Sexual Choice Shaped the Evolution of Human Nature*. Nueva York: Doubleday, 2000; Fawcett, T. W., *et al.* «Female assessment: Cheap tricks or costly calculations.» En: *Behav Ecol* 22, n.º 3 (2011), págs. 462-463.

110. Sasaki, T. D., *et al.* «Social context-dependent singing-regulated dopamine.» En: *J Neurosci* 26 (2006), págs. 9010-9014.

111. Riters, L. «Why birds sing: The neural regulation of the motivation to communicate.» (Ponencia en la conferencia SFN, 14 y 15 de noviembre de 2014).
6 EL PÁJARO ARTISTA *Aptitudes estéticas*

1 El análisis de la conducta y las exhibiciones del pergolero se fundamenta en la labor de investigación de Gerald Borgia y Jason Keagy, en mi entrevista con Gerald Borgia del 6 de julio de 2012 y en mi comunicación personal con Borgia el 13 de febrero de 2015, así como en mi comunicación personal con Jason Keagy, 16 de marzo de 2015; y en Borgia, G. «Why do bowerbirds build bowers?» En: *American Scientist* 83 (1995): 542e547.

2. Hicks, R. E., *et al.* «Bower paint removal leads to reduced female visits, suggesting bower paint functions as a chemical signal.» En: *Anim Behav* 85 (2013), págs. 1209-1215.

3. Goodfellow, P. *Avian Architecture*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2011, pág. 102.

4. Michelet, J. *The Birds*, 1869, págs. 248-250. Disponible en internet en: www.gutenberg.org/ebooks/43341.

5 Aves neozelandesas. Consúltese: <http://www.nzbirds.com/birds/fantailnest.html#sthash>.

6. Hansell, M. *Animal Architecture*. Oxford: Oxford University Press, 2005, págs. 36 y 71.

7 Dixon, C. *Birds' Nests: An Introduction to the Science of Caliology*. Londres: Grant Richards, 1902, pág. v.

8. Thorpe, W. H. *Learning and Instinct in Animals*. Londres: Methuen, 1956, pág. 36.

9 M. Hansell. *Animal Architecture*, pág. 71.

10. McGowan, A., *et al.* «The structure and function of nests of long-tailed tits *Aegithalos caudatus*.»
En: *Func Ecol* 18, n.º 4 (2004), págs. 578-583.

11. Hall, Z. J., *et al.* «Neural correlates of nesting behavior in zebra finches (*Taeniopygia guttata*).» En: *Behav Brain Res* 264 (2014), págs. 26-33.

12. Bailey, I. E., *et al.* «Physical cognition: Birds learn the structural efficacy of nest material.» En: *Proc R Soc B* 281, n.º 1784 (2014): 20133225.

13. Zann, R. *The Zebra Finch: A Synthesis of Field and Laboratory Studies*. Nueva York: Oxford University Press, 1996.

14. Bailey, I. E., *et al.* «Birds build camouflaged nests.» En: *Auk* 132 (2015), págs. 11-15.

15. Collias, E. C.; Collias, N. E. «The development of nest-building behavior in a weaverbird.» En: *Auk* 81 (1964), págs. 42-52.

16. Gilliard, E. T. *Birds of Paradise and Bower Birds*. Boston: D. R. Godine, 1979.

17. La descripción de la danza y las exhibiciones vocales del pergolero se basa en la labor de investigación de Gerald Borgia y Jason Keagy, en la entrevista que le realicé a Gerald Borgia el 6 de julio de 2012 y en mi comunicación personal con Borgia el 13 de febrero de 2015, así como en mi comunicación personal con Jason Keagy el 16 de marzo de 2015.

18. Entrevista con Gerald Borgia, 6 de julio de 2012.

19. *Ibíd.*

20. Larned, A. F., *et al.* «Male satin bowerbirds use sunlight to illuminate decorations to enhance mating success.» *Abstract* de la conferencia Front Behav Neurosci: X Congreso Internacional de Neuroetología (2012), doi: 10.3389/conf.fnbeh.2012.27.00372.

21. Entrevista a Gerald Borgia; Keagy, J., *et al.* «Cognitive ability and the evolution of multiple behavioral display traits.» En: *Behav Ecol* 23 (2011), págs. 448-456.

22. Keagy, J., *et al.* «Complex relationship between multiple measures of cognitive ability and male mating success in satin bowerbirds, *Ptilonorhynchus violaceus*.» En: *Anim Behav* 81 (2011), págs. 1063-1070.

23. Rowland, P. *Bowerbirds*. Melbourne: CSIRO Publishing, 2008.

24. Endler, J. A., *et al.* «Visual effects in great bowerbird sexual displays and their implications for signal design.» En: *Proc R Soc B* 281 (2014): 20140235.

25. John Endler, comunicación personal, 18 de enero y 3 de febrero de 2015; Endler, J. A., *et al.* «Great bowerbirds create theaters with forced perspective when seen by their audience.» En: *Curr Biol* 20, n.º 18 (2010), págs. 1679-1684.

26. John Endler, comunicación personal, 18 de enero y 3 de febrero de 2015.

27. Ender citado en: <http://www.deakin.edu.au/research/stories/2012/01/23/males-up-to-their-old-tricks>.

28. Kelley, L. A.; Endler, J. A. «Male great bowerbirds create forced perspective illusions with consistently different individual quality.» En: *PNAS* 109, n.º 51 (2012), págs. 20980-20985.

29. Palmer, S. E.; Schloss, K. B. «An ecological valence theory of human color preference.» *PNAS* 107, n.º 19 (2010), págs. 8877-8882.

30. Bagnara, J. T., *et al.* «On the blue coloration of vertebrates.» En: *Pigment Cell Res* 20, n.º 1 (2007), págs. 14-26.

31. Véase el vídeo «Destruction and stealing» en: <http://www.life.umd.edu/biology/borgialab/#Videos>.

32. Marshall, A. J. «Bower-birds.» En: *Biol Rev* 29, n.º 1 (1954), págs. 1-45.

33. Keagy, J., *et al.* «Male satin bowerbird problem-solving ability predicts mating success.» En: *Anim Behav* 78 (2009), págs. 809-817; Keagy, J., *et al.* «Complex relationship between multiple measures of cognitive ability and male mating success in satin bowerbirds, *Ptilonorhynchus violaceus*.» En: *Anim Behav* 81 (2011), págs. 1063-1070; Keagy, J., *et al.* «Cognitive ability and the evolution of multiple behavioral display traits.» En: *Behav Ecol* 23 (2012), págs. 448-456.

34. Véase el vídeo de Jason Keagy en: <https://www.youtube.com/watch?v=kn0VsIdD1AA>.

35. Endler, J. «Bowerbirds, art and aesthetics.» En: *Commun Integr Biol* 5, n.º 3 (2012), págs. 281-283.

36. Prum, R. O. «Coevolutionary aesthetics in human and biotic artworlds.» En: *Biol Phil* 28, n.º 5 (2014), págs. 811-832.

37. Von Frisch, K. *Animal Architecture*. Nueva York: Harcourt Brace, 1974, págs. 243-244.

38. Borgia, G.; Keagy, J. «Cognitively driven co-option and the evolution of complex sexual display in bowerbirds.» En: Irschick, D., *et al.* (ed.). *Animal Signaling and Function: An Integrative Approach*. Nueva York: John Wiley and Sons, 2015, págs. 75-101; Jason Keagy, comunicación personal, 16 de marzo de 2015.

39. Gail Patricelli, comunicación personal, 8 de marzo de 2015.

40. Patricelli, G. L., *et al.* «Male satin bowerbirds, *Ptilonorhynchus violaceus*, adjust their display intensity in response to female startling: An experiment with robotic females.» En: *Anim Behav* 71 (2006), págs. 49-59; Patricelli, G., *et al.* «Male displays adjusted to female's response: Macho courtship by the satin bowerbird is tempered to avoid frightening the female.» En: *Nature* 415 (2002), págs. 279-280.

41. Nowicki, S., *et al.* «Brain development, song learning and mate choice in birds: A review and experimental test of the “nutritional stress hypothesis”.» En: *J Comp Physiol A* 188 (2002), págs. 1003-1014; Nowicki, S., *et al.* «Quality of song learning affects female response to male bird song.» En: *Proc R Soc B* 269 (2002), págs. 1949-1954.

42. Entrevista a Gerald Borgia, 6 de julio de 2012.

43. Jason Keagy, comunicación personal, 16 de marzo de 2015.

44. Hicks, R. E. «Bower paint removal leads to reduced female visits, suggesting bower paint functions as a chemical signal.» En: *Anim Behav* 85 (2013), págs. 1209-1215.

45. Keagy, J., *et al.* «Male satin bowerbird problem-solving ability predicts mating success.» En: *Anim Behav* 78 (2009), págs. 809-817; Keagy, J., *et al.* «Complex relationship between multiple measures of cognitive ability and male mating success in satin bowerbirds, *Ptilonorhynchus violaceus*.» En: *Anim Behav* 81 (2011), págs. 1063-1070.

46. Jason Keagy, comunicación personal, 16 de marzo de 2015; Rowe, C.; Healy, S. D. «Measuring variation in cognition.» En: *Behav Ecol* (2014), doi: 10.1093/beheco/aru090.

47. Las hembras de pergolero recuerdan la información sobre sus parejas de años previos. Véase Uy, J. A. C., *et al.* «Dynamic matesearching tactic allows female satin bowerbirds *Ptilonorhynchus violaceus* to reduce searching.» En: *Proc R Soc B* 267 (2000), págs. 251-256.

48. Gail Patricelli, comunicación personal, 8 de marzo de 2015.

49. Keagy, J., *et al.* «Cognitive ability and the evolution of multiple behavioral display traits.» En: *Behav Ecol* 23 (2012), págs. 448-456; Borgia, G. «Bower quality, number of decorations and mating success of male satin bowerbirds (*Ptilonorhynchus violaceus*): An experimental analysis.» En: *Anim Behav* 33 (1985), págs. 266-271; Loffredo, C. A.; Borgia, G. «Male courtship vocalizations as cues for mate choice in the satin bowerbird (*Ptilonorhynchus violaceus*).» En: *Auk* 103 (1986), págs. 189-195.

50. Prokosch, M. D. «Intelligence and mate choice: Intelligent men are always appealing.» En: *Evol Hum Behav* 30 (2009), págs. 11-20.

51. Prum, R. O. «Aesthetic evolution by mate choice: Darwin's really dangerous idea.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 367 (2012), págs. 2253-2265.

52. Este modelo recibe el nombre de «hipótesis del hijo sexi» porque el principal beneficio que obtiene la hembra de su elección es tener descendientes con mayores posibilidades de aparearse y transmitir los genes de los rasgos sexis en los machos y las preferencias por esos rasgos en las hembras. Gail Patricelli, comunicación personal, 8 de marzo de 2015.

53. Darwin, C. *El origen del hombre*. Barcelona: Editorial Crítica, 2009.

54 Watanabe, S. «Animal aesthetics from the perspective of comparative cognition.» En: Watanabe, S.; Kuczaj, S. (eds.). *Emotions of Animals and Humans*. Tokio: Springer, 2012, pág. 129; Watanabe, S., *et al.* «Discrimination of paintings by Monet and Picasso in pigeons.» En: *J Exp Anal Behav* 63 (1995), págs. 165-174; Watanabe, S. «Van Gogh, Chagall and pigeons.» En: *Anim Cogn* 4 (2001), págs. 147-151.

55. Watanabe, S. «Pigeons can discriminate “good” and “bad” paintings by children.» En: *Anim Cogn* 13, n.º 1 (2010), págs. 75-85.

56. Ikkatai, Y.; Watanabe, S. «Discriminative and reinforcing properties of paintings in Java sparrows (*Padda oryzivora*).» En: *Anim Cogn* 14, n.º 2 (2011), págs. 227-234.

57. Watanabe, S. «Discrimination of painting style and beauty: Pigeons use different strategies for different tasks.» En: *Anim Cogn* 14, n.º 6 (2011), págs. 797-808.

58. Lubow, R. E. «High-order concept formation in the pigeon.» En: *J Exp Anal Behav* 21 (1973), págs. 475-483.

59. Stephan, C., *et al.* «Have we met before? Pigeons recognize familiar human face.» En: *Avian Biol Res* 5, n.º 2 (2012), pág. 75.

60. Barske, J., *et al.* «Female choice for male motor skills.» En: *Proc R Soc B* 278, n.º 1724 (2011), págs. 3523-3528.

61. Day, L. B., *et al.* «Sexually dimorphic neural phenotypes in golden-collared manakins.» En: *Brain Behav Evol* 77 (2011), págs. 206-218.

62. Lindsay, W. R., *et al.* «Acrobatic courtship display coevolves with brain size in manakins (*Pipridae*).»
En: *Brain Behav Evol* (2015), doi: 10.1159/000369244.

63. Gerald Borgia, comunicación personal; Coyle, B. J., *et al.* «Limited variation in visual sensitivity among bowerbird species suggests that there is no link between spectral tuning and variation in display colouration.» En: *J Exp Biol* 215 (2012), págs. 1090-1105.

64. Por ejemplo, todo tipo de animales prefieren las parejas que muestren equilibrio, una imagen simétrica, entre ambos lados del cuerpo. Y tiene lógica. La simetría en la naturaleza casi siempre revela información importante. En las plantas y los animales, suele ser indicio de salud, pues sugiere ausencia de mutaciones, enfermedades y presiones ambientales que afectan a la salud, como las temperaturas extremas o la escasez de alimento.

65. Rensch, B. «Die wirksamkeit ästhetischer faktoren bei wirbeltieren.» En: *Z Tierpsychol* 15 (1958), págs. 447-461.

66. Von Frisch, K. *Animal Architecture*. Nueva York: Harcourt Brace, 1974, pág. 244.

1 Thorup, K., *et al.* «Evidence for a navigational map stretching across the continental U.S. in a migratory songbird.» En: *PNAS* 104, n.º 46 (2008), págs. 18115-18119.

2. Frankenstein, J. «Is GPS All in Our Heads?» En: *New York Times, Sunday Review*, 2 de febrero de 2012.

3. La información sobre las carreras de palomas está extraída de Levi, W. M. *The Pigeon*. Sumter, SC: Levi Publishing Co., 1941/ 1998.

4. «Racing Pigeon Returns—Five Years Late.» En: *Manchester Evening News*, 7 de mayo de 2005.

5. Hagstrum, J. T. «Infrasound and the avian navigational map.» En: *J Exp Biol* 203 (2000), págs. 1103-1111; Hagstrum, J. T. «Infrasound and the avian navigational map.» En: *J Nav* 54 (2001), págs. 377-391; Hagstrum, J. T. «Atmospheric propagation modeling indicates homing pigeons use loft-specific infrasonic “map” cues.» En: *J Exp Biol* 216 (2013), págs. 687-699.

6. «The Longest Flight on Record.» En: *New York Times*, 3 de agosto de 1885.

7 Ensley, G. «Case of the 3,600 disappearing homing pigeons has experts baffled.» En: *Chicago Tribune*, 18 de octubre de 1998.

8. C. Walcott, citado en G. Ensley, *ibíd.*

9 Lathrop, J. «Tiny songbird discovered to migrate nonstop, 1,500 miles over the Atlantic.» Noticia en prensa, Universidad de Massachusetts, Amherst, 1 de abril de 2015.

10. Voronov, L. N., *et al.* «A comparative study of the morphology of forebrain in corvidae in view of their trophic specialization.» En: *Zool Z* 73 (1994), págs. 82-96.

11. Levi, W. M. *The Pigeon*. Sumter, SC: Levi Publishing Co., 1941/1998, pág. 374.

12. *Ibíd.*

13. «Aunque la crítica no es del todo justa, ya que el nido de una paloma suele estar pulcro, mientras que el del gorrión acostumbra a ser muy desordenado.» *Ibíd.*

14. Scarf, D., *et al.* «Pigeons on par with primates in numerical competence.» En: *Science* 334 (2011), pág. 1664.

15. Herbranson, W. T.; Schroeder, J. «Are birds smarter than mathematicians? Pigeons (*Columba livia*) perform optimally on a version of the Monty Hall Dilemma.» En: *J Comp Psychol* 124 (2010), págs. 1-13.

16. Vos Savant, M. «Ask Marilyn.» En: *Parade*, 9 de septiembre de 1990; 2 de diciembre de 1990; 17 de febrero de 1991 y 7 de julio de 1991.

17. Walter Herbranson, comunicación personal, 4 de junio de 2015.

18. Puede resolverse el problema aplicando tanto la probabilidad clásica como empírica. En el problema de Monty Hall, los humanos tienden a usar la probabilidad clásica. Pero no la utilizamos adecuadamente. En cambio, las palomas acostumbran a usar la probabilidad empírica.

19. James, W. *Principles of Psychology*, vol. 1. Nueva York: Holt, 1890, págs. 459-460.

20. Pepperberg, I. M. «Acquisition of the same/different concept by an African grey parrot (*Psittacus erithacus*): Learning with respect to categories of color, shape, and material.» En: *Anim Learn Behav* 15 (1987), págs. 423-432; Irene Pepperberg, comunicación personal, 8 de mayo de 2015.

21. Morgan, M. J., *et al.* «Pigeons learn the concept of an “A”.» En: *Perception* 5 (1976), págs. 57-66; Watanabe, S. «Discrimination of painting style and beauty: Pigeons use different strategies for different tasks.» En: *Anim Cogn* 14, n.º 6 (2011), págs. 797-808; Watanabe, S.; Masuda, S. «Integration of auditory and visual information in human face discrimination in pigeons.» En: *Behav Brain Res* 207, n.º 1 (2010), págs. 61-69.

22. Herrnstein, R. J.; Loveland, D. H. «Complex visual concept in the pigeon.» En: *Science* 146, n.º 3643 (1964), págs. 549-551.

23. Soto, F. A.; Wasserman, W. A. «Asymmetrical interactions in the perception of face identity and emotional expression are not unique to the primate visual system.» En: *J Vision* 11, n.º 3 (2011), pág. 24.

24. Fagot, J.; Cook, R. G. «Evidence for large long-term memory capacities in baboons and pigeons and its implications for learning and the evolution of cognition.» En: *PNAS* 103 (2006), págs. 17564-17567.

25. Levi, W. M. *The Pigeon*, pág. 37.

26. [Ibíd.](#), pág. 1.

27. *Ibíd.*

28. [Ibíd.](#), pág. 11.

29. [Ibíd.](#), pág. 10 y sig.

30. *Ibíd.*, pág. 8.

31. Sargento técnico Clifford Poutre, citado en *Amarillo Globe Times*, abril de 1941. Disponible en internet en: <http://www.newspapers.com/newspage/29783097/>.

32. Levi, W. M. *The Pigeon*, pág. 26.

33. Consúltese: <http://www.cadenagramonte.cu/english/index.php/show/articles/1901:carrier-pigeons-an-alternative-communication-means-at-cuban-elections>. ; Moore, M. «China trains army of messenger pigeons.» En: *The Telegraph*, 2 de marzo de 2011.

34. Dickens, C. «Winged Telegraphs.» En: *London Household Word*, febrero de 1850, págs. 454-456.

35. Wallraff, H. G. «Does pigeon homing depend on stimuli perceived during displacement?» En: *J Comp Physiol* 139 (1980), págs. 193-201.

36. El material siguiente acerca de la verdadera orientación está documentado en la excelente sinopsis del estado actual de la cuestión que ofrece Holland, R. A. «True navigation in birds: From quantum physics to global migration.» En: *J Zool* 293 (2014), págs. 1-15.

37. Walcott, C. «Pigeon homing: Observations, experiments and confusions.» En: *J Exp Biol* 199 (1996), págs. 21-27; cita de Charles Walcott extraída de una noticia acerca de una conferencia impartida ante el Lafayette Racing Pigeon Club. Disponible en internet en: <http://www.siegepigeons.com/news/news-walcott.html>.

38. Keeton, W. T. «Magnets interfere with pigeon homing.» En: *PNAS* 8, n.º 1 (1971), págs. 102-106.

39. El primer estudio de campos magnéticos con petirrojos europeos fue: Wiltschko, W.; Wiltschko, R. «Magnetic compass of European robins.» En: *Science* 176, n.º 4030 (1972), págs. 62-64.

40. H. Mouritsen en *Neurosciences: From Molecule to Behavior*. Berlín: Springer Spektrum, 2013.
Disponible en internet en: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-10769-6_20.

41. Zapka, M., *et al.* «Visual but not trigeminal mediation of magnetic compass information in a migratory bird.» En: *Nature* 461 (2009), págs. 1274-1277.

42. [Ibíd.](#); Liedvogel, M., *et al.*, «Lateralized activation of cluster N in the brains of migratory songbirds.»
En: *Eur J Neurosci* 25, n.º 4 (2007), págs. 1166-1173.

43. Wiltschko, W.; Wiltschko, R. «Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals.» En: *J Comp Physiol A* 191 (2005), págs. 675-693; Wiltschko, R.; Wiltschko, W. «Magnetoreception.» En: *BioEssays* 28, n.º 2 (2006), págs. 157-168; Wiltschko, R., *et al.* «Magnetoreception in birds: Different physical processes for two types of directional responses.» En: *HFSP J* 1, n.º 1 (2007), págs. 41-48.

44. Treiber, C. D., *et al.* «Clusters of iron-rich cells in the upper beaks of pigeons are macrophages not magnetosensitive neurons.» En: *Nature* 484, n.º 7394 (2012), págs. 367-370.

45. Wiltschko, R.; Wiltschko, W. «The magnetite-based receptors in the beak of birds and their role in avian navigation.» En: *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol* 199 (2013), págs. 89-99; Kishkinev, D., *et al.* «Migratory reed warblers need intact trigeminal nerves to correct for a 1,000 km eastward displacement.» En: *PLoS ONE* 8 (2013): e65847.

46. Kishkinev, D., *et al.* «Migratory reed warblers need intact trigeminal nerves to correct for a 1,000 km eastward displacement.» En: *PLoS ONE* 8 (2013): e65847.

47. Lauwers, M., *et al.* «An iron-rich organelle in the cuticular plate of avian hair cells.» En: *Curr Biol* 23, n.º 10 (2013), págs. 924-929. Todas las aves, desde las palomas hasta las avestruces, tienen células capilares, cada una de las cuales alberga una de estas bolitas de hierro. Recientemente la ciencia ha descubierto un grupo de células en el tronco del encéfalo de las palomas que registra información sobre la dirección y la potencia del campo magnético; la información parecía emanar del oído interno del ave. Quizá neuronas individuales en el oído interno detecten la dirección, intensidad y polaridad de los campos magnéticos y transmitan esta información, proporcionando a las palomas lo que vendría a ser una suerte de GPS incorporado.

48. Wallraff, H. G. «Homing of pigeons after extirpation of their cochleae and lagenae.» En: *Nat New Biol* 236 (1972), págs. 223-224.

49. Engels, S., *et al.* «Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird.» En: *Nature* 509 (2014), págs. 353-356.

50. Wiltschko, R.; Wiltschko, W. «Avian navigation: From historical to modern concepts.» En: *Anim Behav* 65, n.º 2 (2003), págs. 257-272.

51. Tolman, E. C. «Cognitive maps in rats and men», publicado originalmente en: *Psychological Review* 55, n.º 4 (1948), págs. 189-208.

52. Lombrozo, T. «Of rats and men: Edward C. Tolman.» *13.7 Cosmos & Culture* (blog), NPR, 11 de febrero de 2013. Disponible en internet en: <http://www.npr.org/blogs/13.7/2013/02/11/171578224/of-rats-and-men-edward-c-tolman>.

53. Tolman, E. C. «Cognitive maps in rats and men», publicado originalmente en: *Psychological Review* 55, n.º 4 (1948), págs. 189-208.

54 Dale, R. H. I. «Spatial memory in pigeons on a four-arm radial maze.» En: *Can J Psychology* 42, n.º 1 (1988), págs. 78-83; Spetch, M. L.; Honig, W. K. «Characteristics of pigeons' spatial working memory in an open-field task.» En: *Anim Learn Behav* 16 (1988), págs. 123-131.

55. Gould, K. L., *et al.* «What scatter-hoarding animals have taught us about small-scale navigation.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 365 (2010), págs. 901-914.

56. Gibson, B. M.; Kamil, A. C. «The fine-grained spatial abilities of three seed-caching corvids.» En: *Learn Behav* 33, n.º 1 (2005), págs. 59-66; Kamil, A. C.; Cheng, K. «Way-finding and landmarks: The multiple-bearings hypothesis.» En: *J Exp Biol* 204 (2001), págs. 103-113.

57. Gibson, B. M.; Kamil, A. C. «The fine-grained spatial abilities of three seed-caching corvids»; Tomback, D. F. «How nutcrackers find their seed stores.» En: *Condor* 82 (1980), págs. 10-19.

58. Kamil, A. C.; Jones, J. E. «The seed-storing corvid Clark's nutcracker learns geometric relationships among landmarks.» En: *Nature* 390 (1997), págs. 276-279; Kamil, A. C.; Jones, J. E. «Geometric rule learning by Clark's nutcrackers (*Nucifraga columbiana*).» En: *J Exp Psychol Anim Behav Process* 26 (2000), págs. 439-453; Bednekoff, P. A.; Balda, R. P. «Clark's nutcracker spatial memory: The importance of large, structural cues.» En: *Behav Proc* 102 (2014), págs. 12-17.

59. Clayton, N. S.; Dickinson, A. «Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays.» En: *Nature* 395 (1998), págs. 272-274; Dally, J. M., *et al.* «The behaviour and evolution of cache protection and pilferage.» En: *Anim Behav* 72 (2006), págs. 13-23.

60. *Ibíd.*

61. Raby, C. R.; *et al.* «Planning for the future by western scrubjays.» En: *Nature* 445, n.º 7130 (2007), págs. 919-921.

62. Cheke, L. G.; Clayton, N. S. «Eurasian jays (*Garrulus glandarius*) overcome their current desires to anticipate two distinct future needs and plan for them appropriately.» En: *Biol Lett* 8 (2012), págs. 171-175.

63. Watanabe, S.; Clayton, N. S. «Observational visuospatial encoding of the cache locations of others by western scrub-jays (*Aphelocoma californica*).» En: *J Ethol* 25 (2007), págs. 271-279; Thom, J. M.; Clayton, N. S. «Re-caching by western scrub-jays (*Aphelocoma californica*) cannot be attributed to stress.» En: *PLoS ONE* 8, n.º 1 (2013): e52936.

64. Healy, S. D.; Hurly, T. A. «Spatial memory in rufous hummingbirds (*Selaphorus rufus*): A field test.»
En: *Anim Learn Behav* 23 (1995), págs. 63-68.

65. Consúltese el sitio web del Cornell Lab of Ornithology en:
http://www.allaboutbirds.org/guide/rufous_hummingbird/id.

66. Flores-Abreu, I. N., *et al.* «One-trial spatial learning: Wild hummingbirds relocate a reward after a single visit.» En: *Anim Cogn* 15, n.º 4 (2012), págs. 631-637.

67. Bateson, M., *et al.* «Context-dependent foraging decisions in rufous hummingbirds.» En: *Proc R Soc B* 270 (2003), págs. 1271-1276.

68. Healy, S. D. «What hummingbirds can tell us about cognition in the wild.» En: *Comp Cogn Behav* 8 (2013), págs. 13-28.

69. Nuevos estudios apuntan a que los colibríes no utilizan la geometría, sino toda suerte de pistas visuales, incluidos puntos de referencia: Hurly, T. A., *et al.* «Wild hummingbirds rely on landmarks not geometry when learning an array of flowers.» En: *Anim Cogn* 17, n.º 5 (2014), págs. 1157-1165.

70. Blaser, N., *et al.* «Testing cognitive navigation in unknown territories: Homing pigeons choose different targets.» En: *J Exp Biol* 216, pt. 16 (2013), págs. 3213-3231.

71. O'Keefe, J.; Nadel, L. *The Hippocampus as a Cognitive Map*. Oxford: Oxford University Press, 1978.

72. Miller, J. F. «Neural activity in human hippocampal formation reveals the spatial context of retrieved memories.» En: *Science* 342 (2013), págs. 1111-1114.

73. Roth, T. C., *et al.* «Is bigger always better? A critical appraisal of the use of volumetric analysis in the study of the hippocampus.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 365 (2010), págs. 915-931.

74. Ward, B. J., *et al.* «Hummingbirds have a greatly enlarged hippocampal formation.» En: *Biol Lett* 8 (2012), págs. 657-659. Ward sugiere que otros factores podrían contribuir al agrandamiento del hipocampo en los colibríes, como el hecho de mantener un vuelo planeado, por ejemplo, que los dota de una «morfología cerebral única». También es posible que el «tamaño relativo del hipocampo en los colibríes sea el resultado de una reducción del tamaño de otras regiones telencefálicas» (pág. 658).

75. Corfield, J. R., *et al.* «Brain size and morphology of the broodparasitic and cerophagous honeyguides (*Aves: Piciformes*).» En: *Brain Behav Evol* 81, n.º 3 (2013), págs. 170-186.

76. Entrevistas a Louis Lefebvre, febrero de 2012.

77. Guigueno, M. F., *et al.* «Female cowbirds have more accurate spatial memory than males.» En: *Biol Lett* 10, n.º 2 (2014): 20140026.

78. Rehkämper, G., *et al.* «Allometric comparison of brain weight and brain structure volumes in different breeds of the domestic pigeon, *Columba livia* f.d. (fantails, homing pigeons, strassers).» En: *Brain Behav Evol* 31, n.º 3 (1988), págs. 141-149.

79. Cnotka, J., *et al.* «Navigational experience affects hippocampus size in homing pigeons.» En: *Brain Behav Evol* 72 (2008), págs. 233-238.

80. En contraste, las investigaciones realizadas por Vladimir Pravosudov y su equipo en torno al hipocampo de las aves acaparadoras «sugieren que muchos atributos cerebrales (como por ejemplo la cantidad de neuronas adultas) no presentan excesiva plasticidad y no cambian en función de las condiciones —afirma el científico—. En otras palabras, es probable que muchos de estos atributos sean heredables y que las diferencias entre las poblaciones se hayan producido mediante la selección natural basándose en la memoria, más que en el ajuste de los individuos a condiciones cambiantes». V. Pravosudov, comunicación personal, enero de 2015.

81. Woollett, K.; Maguire, E. A. «Acquiring “the Knowledge” of London’s layout drives structural brain changes.» En: *Curr Biol* 21 (2011), págs. 2109-2114.

82. Harris, M. «Nokia says London is most confusing city.» En: *TechRadar*, 27 de noviembre de 2008. Disponible en: <http://www.techradar.com/us/news/world-of-tech/phone-and-communications/mobile-phones/car-tech/satnav/nokia-says-london-is-most-confusing-city-489141>.

83. Ahora bien, aprenderse todo el callejero londinense puede tener su coste. Los dotados taxistas obtuvieron resultados pobres en pruebas de otros tipos de memoria espacial que implicaban adquirir o recuperar nueva información visual espacial. Y presentaban menos volumen de materia gris en el hipocampo anterior.

84. Konishi, K.; Bohbot, V. «Spatial navigational strategies correlated with gray matter in the hippocampus of healthy older adults tested in a virtual maze.» En: *Front Aging Neurosci* 5 (2013), pág. 1.

85. Huth, J. «Losing our way in the world.» *New York Times, Sunday Review*, 20 de julio de 2013.

86. Boroditsky, L. «Lost in Translation.» En: *Wall Street Journal*, 23 de julio de 2010; Boroditsky, L. «How language shapes thought.» En: *Scientific American*, febrero de 2011.

87. Michalik, A., *et al.* «Star compass learning: How long does it take?» En: *J Ornithol* 155 (2014), págs. 225-234.

88. Dacke, M. «Dung beetles use the Milky Way for orientation.» En: *Curr Biol* 23, n.º 4 (2013), págs. 298-300.

89. Thorup, K., *et al.* «Evidence for a navigational map stretching across the continental U.S. in a migratory songbird.» En: *PNAS* 104, n.º 46 (2007), págs. 18115-18119.

90. Thorup, K.; Holland, R. A. «The bird GPS–long-range navigation in migrants.» En: *J Exp Biol* 212 (2009), págs. 3597-3604. Estos resultados confirmaron lo que los científicos sabían gracias a un impresionante experimento realizado con estúrnidos en la década de 1950, en el que más de once mil pájaros capturados durante su migración en los Países Bajos fueron transportados a Suiza. Las aves adultas fueron recuperadas de camino a sus tierras de invernada habituales en el sur de Inglaterra, en el noroeste de Francia. Las jóvenes fueron recuperadas dirigiéndose más hacia el sudoeste, afirman Thorup y Holland, «lo que correspondería a la dirección normal de la migración a través de los Países Bajos».

91. Mueller, T., *et al.* «Social learning of migratory performance.» En: *Science* 341, n.º 6149 (2013), págs. 999-1002. Este estudio reveló que las aves jóvenes que seguían a aves mayores tendían a desviarse de la ruta casi un cuarenta por ciento menos que las que se aventuraban solas. La capacidad de una grulla de mantenerse fiel a una ruta de vuelo directa aumentaba de manera progresiva cada año hasta los cinco años de edad.

92. Thorup, K.; Holland, R. A. «Understanding the migratory orientation program of birds: Extending laboratory studies to study free-flying migrants in a natural setting.» En: *Integ Comp Biol* 50, n.º 3 (2010), págs. 315-322.

93. Los patrones de luz polarizada también parecen desempeñar un papel clave en la orientación. Muchas de las aves migratorias nocturnas inician el vuelo al ponerse el sol o poco después. Al parecer, los pájaros utilizan los patrones de luz polarizada para recabar información acerca de las direcciones de vuelo migratorio iniciales.

94. Mazzeo, R. «Homing of the Manx shearwater.» En: *Auk* 70 (1953), págs. 200-201.

95. Holland, R. A. «True navigation in birds: From quantum physics to global migration.» En: *J Zool* 293 (2014), págs. 1-15.

96. Holland, R. A.; Helm, B. «A strong magnetic pulse affects the precision of departure direction of naturally migrating adult but not juvenile birds.» En: *J R Soc Interface* (2013), doi: 10.1098/rsif. 2012.1047.

97. Kishkinev, D., *et al.* «Migratory reed warblers need intact trigeminal nerves to correct for a 1,000 km eastward displacement.» En: *PLoS ONE* 8, n.º 6 (2013): e65847.

98. Hagstrum, J. T. «Infrasound and the avian navigational map.» En: *J Exp Biol* 203 (2000), págs. 1103-1111; Hagstrum, J. T. «Infrasound and the avian navigational map.» En: *J Nav* 54 (2001), págs. 377-391; Hagstrum, J. T. «Atmospheric propagation modeling indicates homing pigeons use loft-specific infrasonic “map” cues.» En: *J Exp Biol* 216 (2013), págs. 687-699.

99. Streby, H. M., *et al.* «Tornadic storm avoidance behavior in breeding songbirds.» En: *Curr Biol* (2014), doi: 10.1016/j.cub.2014.10.079.

100. J. T. Hagstrum, comunicación personal, 13 de enero de 2014.

101. Henrik Mouritsen, comunicación personal, 5 de marzo de 2015.

102. Hagstrum, J. T. «Atmospheric propagation modeling indicates homing pigeons use loft-specific infrasonic “map” cues.» En: *J Exp Biol* 216 (2013), págs. 687-699.

103. Holland, R. A. «True navigation in birds: From quantum physics to global migration.» En: *J Zool* 293 (2014), págs. 1-15; Richard Holland, comunicación personal, 23 de marzo de 2015.

104. Papi, F., *et al.* «The influence of olfactory nerve section on the homing capacity of carrier pigeons.»
En: *Monit Zool Ital* 5 (1971), págs. 265-267.

105. Wallraff, H. G. «Weitere Volierenversuche mit Brieftauben: Wahrscheinlicher Einfluss dynamischer Faktoren der Atmosphäre auf die Orientierung.» En: *Z Vgl Physiol* 68 (1970), págs. 182-201.

106. Finlay, B. L.; Darlington, R. B. «Linked regularities in the development and evolution of mammalian brains.» En: *Science* 268 (1995), pág. 1578.

107. Yopak, K. E., *et al.* «A conserved pattern of brain scaling from sharks to primates.» En: *PNAS* 107, n.º 29 (2010), págs. 12946-12951.

108. Healy, S.; Guilford, T. «Olfactory bulb size and nocturnality in birds.» En: *Evolution* 44, n.º 2 (1990), pág. 339.

109. Turner, C. H. «A few characteristics of the avian brain.» En: *Science* XIX, n.º 466 (1892), págs. 16-17.

110. Sieck, M. H.; Wenzel, B. M. «Electrical activity of the olfactory bulb of the pigeon.» En: *Electroenceph Clin Neurophysiol* 26 (1969), págs. 62-69.

111. Bonadonna, F. «Evidence that blue petrel, *Halobaena caerulea*, fledglings can detect and orient to dimethyl sulfide.» En: *J Exp Biol* 209 (2006), págs. 2165-2169.

112. Bonadonna, F. «Could osmotaxis explain the ability of blue petrels to return to their burrows at night?»
En: *J Exp Biol* 204 (2001), págs. 1485-1489.

113. Amo, L., *et al.* «Predator odour recognition and avoidance in a songbird.» En: *Funct Ecol* 22 (2008), págs. 289-293.

114. Mennarat, A. «Aromatic plants in nests of the blue tit *Cyanistes caeruleus* protect chicks from bacteria.» En: *Oecologia* 161, n.º 4 (2009), págs. 849-855.

115. Caro, S. P.; Balthazart, J. «Pheromones in birds: Myth or reality?» En: *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol* 196, n.º 10 (2010), págs. 751-766.

116. Krause, E. T., *et al.* «Olfactory kin recognition in a songbird.» En: *Biol Lett* 8, n.º 3 (2012), págs. 327-329.

117. Jacobs, L. F. «From chemotaxis to the cognitive map: The function of olfaction.» En: *Proc Natl Acad Sci* 109 (2012), págs. 10693-10700.

118. Gagliardo, A., *et al.* «Oceanic navigation in Cory's shearwaters: Evidence for a crucial role of olfactory cues for homing after displacement.» En: *J Exp Biol* 216 (2013), págs. 2798-2805.

120. Papi, F. *Animal Homing*. Londres: Chapman & Hall, 1992; Wallraff, H. G. *Avian Navigation: Pigeon Homing as a Paradigm*. Berlin: Springer, 2005.

121. Jacobs, L. F. «From chemotaxis to the cognitive map: The function of olfaction.» En: *Proc Natl Acad Sci* 109 (2012), págs. 10693-10700.

122. Wallraff, H. G.; Andreae, M. O. «Spatial gradients in ratios of atmospheric trace gases: A study stimulated by experiments on bird navigation.» En: *Tellus B Chem Phys Meteorol* 52 (2000), págs. 1138-1157; Wallraff, H. G. «Ratios among atmospheric trace gases together with winds imply exploitable information for bird navigation: A model elucidating experimental results.» En: *Biogeosciences* 10 (2013), págs. 6929-6943.

123. Jorge, P. E., *et al.* «Activation rather than navigational effects of odours on homing of young pigeons.» En: *Curr Biol* 19 (2009), págs. 1-5.

124. Holland, R. A. «True navigation in birds: From quantum physics to global migration.» En: *J Zool* 293 (2014), págs. 1-15.

125. Holland, R. A., *et al.* «Testing the role of sensory systems in the migratory heading of a songbird.»
En: *J Exp Biol* 212 (2009), págs. 4065-4071.

126. Rastogi, A., *et al.* «Phase inversion of neural activity in the olfactory and visual systems of a night-migratory bird during migration.» En: *Eur J Neurosci* 34 (2011), págs. 99-109.

127. Blaser, N., *et al.* «Testing cognitive navigation in unknown territories: Homing pigeons choose different targets.» En: *J Exp Biol* 216, pt. 16 (2013), págs. 3213-3231.

128. Walcott, C. «Multi-modal orientation in homing pigeons.» En: *Integr Comp Bio* 45 (2005), págs. 574-581.

130. Shanahan, M. «The brain's connective core and its role in animal cognition.» En: *Philos Trans R Soc Lond B* 367, n.º 1603 (2012), págs. 2704-2714.

131. Shanahan, M., *et al.* «Large-scale network organisation in the avian forebrain: A connectivity matrix and theoretical analysis.» En: *Front Comput Neurosci* 7, n.º 89 (2013), doi: 10.3389/fncom. 2013.00089.

1 Anderson, T. R. *Biology of the Ubiquitous House Sparrow*. Oxford: Oxford University Press, 2006, pág. 9.

2. Steingraber, S. «The fall of a sparrow.» En: *Orion Magazine*, 2008.

3. Barnosky, A. D., *et al.* «Has the earth's sixth mass extinction already arrived?» En: *Nature* 471 (2011), págs. 51-57.

4. Green, R. E. «Farming and the fate of wild nature.» En: *Science* 307 (2005), pág. 550. «La agricultura es hoy una de las mayores amenazas que afrontan las aves del planeta», escribe Green. Aproximadamente la mitad de la superficie del mundo se ha convertido en tierras de pastoreo o cultivo. Más de la mitad de los bosques del planeta han desaparecido a resultas de esta conversión del suelo. La agricultura es la principal amenaza presente y probablemente futura para las especies de pájaros, sobre todo en los países en desarrollo.

5 Dunn, P. *Essential Field Guide Companion*. Boston: Houghton Mifflin, 2006, pág. 679.

6. El análisis de la expansión del gorrión común está extraído de Anderson, T. R. *Biology of the Ubiquitous House Sparrow*. Oxford: Oxford University Press, 2006, págs. 21-30.

7 Lever, C. *Naturalized Birds of the World*. Nueva York: John Wiley, 1987.

8. Zimmerman, E. A. «House Sparrow History.» Sialis. Disponible en internet en:
<http://www.sialis.org/hosphistory.htm>.

9 Comisión Científica de Partners in Flight, 2012. Base de datos de evaluación de especies, versión de 2012. Disponible en internet en: <http://rmbo.org/pifassessment>.

10. Gowaty, P. A «House sparrows kill eastern bluebirds.» En: *J Field Ornithol* (verano de 1984), págs. 378-380.

11. Sol, D., *et al.* «Behavioural flexibility and invasion success in birds.» En: *Anim Behav* 63 (2002), págs. 495-502.

12. Sol, D., *et al.* «The paradox of invasion in birds: Competitive superiority or ecological opportunism?»
En: *Oecologia* 169, n.º 2 (2012), págs. 553-564.

13. Sol, D.; Lefebvre, L. «Behavioural flexibility predicts invasion success in birds introduced to New Zealand.» En: *Oikos* 90 (2000), págs. 599-605.

14. Sol, D., *et al.* «Unraveling the life history of successful invaders.» En: *Science* 337 (2012), pág. 580.

15. Anfibios y reptiles: Amiel, J. J., *et al.* «Smart moves: Effects of relative brain size on establishment success of invasive amphibians and reptiles.» En: *PLoS ONE* 6 (2011): e18277. Mamíferos: Sol, D., *et al.* «Brain size predicts the success of mammal species introduced into novel environments.» En: *Am Nat* 172 (2008), págs. S63-S71.

16. Sol, D., *et al.* «Exploring or avoiding novel food resources? The novelty conflict in an invasive bird.» En: *PLoS ONE* 6, n.º 5 (2011): 219535. Según Sol y sus colegas, una población de aves «que prueba directamente nuevos alimentos o adopta estrategias novedosas de búsqueda de comida está más preadaptada para sobrevivir y reproducirse en un entorno nuevo».

17. Flux, J. E. C.; Thompson, C. F. «House sparrows taking insects from car radiators.» En: *Notornis* 33, n.º 3 (1986), págs. 190-191.

18. Brooke, R. K. «House sparrows feeding at night in New York.» En: *Auk* 88 (1971), pág. 924.

19. Tatschl, J. L. «Unusual nesting site for house sparrows.» En: *Auk* 85 (1968), pág. 514.

20. Bell, B. D. «House sparrows collecting feathers from live feral pigeons.» En: *Notornis* 41 (1994), págs. 144-145.

21. Suárez-Rodríguez, M., *et al.* «Incorporation of cigarette butts into nests reduces nest ectoparasite load in urban birds; new ingredients for an old recipe?» En: *Biol Lett* 9, n.º 1 (2012): 201220921.

22. Anderson, T. *Biology of the Ubiquitous House Sparrow*. Oxford: Oxford University Press, 2006, págs. 246-282.

23. Rossetti, K. «House sparrows taking insects from spiders' webs.» En: *British Birds* 76 (1983), pág. 412.

24. Kalmus, H. «Wall clinging: Energy saving the house sparrow *Passer domesticus*.» En: *Ibis* 126 (1982), págs. 72-74.

25. Breitwisch, R.; Breitwisch, M. «House sparrows open an automatic door.» En: *Wilson Bulletin* 103 (1991), pág. 4.

26. Brockie, R. E.; O'Brien, B. «House sparrows (*Passer domesticus*) opening autodoors.» En: *Notornis* 51 (2004), pág. 52.

27. Matthiessen, P. *The Wind Birds*. Nueva York: Viking Press, 1973, pág. 20.

28. Martin, L. B.; Fitzgerald, L. «A taste for novelty in invading house sparrows, *Passer domesticus*.» En: *Behav Ecol* 16, n.º 4 (2005), págs. 702-707.

29. Liker, A.; Bokony, V. «Larger groups are more successful in innovative problem solving in house sparrows.» En: *PNAS* 106, n.º 19 (2009), págs. 7893-7898.

30. Amanda Ridley, comunicación personal, 7 de abril de 2015.

31. Laughlin, P. R., *et al.* «Groups perform better than the best individuals on letters-to-numbers problems: Effects of group size.» En: *J Pers and Soc Psych* 90, n.º 4 (2006), págs. 644-651.

32. Pinker, S. «The cognitive niche: Coevolution of intelligence, sociality, and language.» En: *PNAS* 107, supl. 3 (2010), págs. 8993-8999.

33. Morand-Ferron, J.; Quinn, J. L. «Larger groups of passerines are more efficient problem-solvers in the wild.» En: *PNAS* 108, n.º 38 (2011), págs. 15898-15903; Aplin, L., *et al.* «Social networks predict patch discovery in a wild population of songbirds.» En: *Proc R Soc B* 279 (2012), págs. 4199-4205.

34. Selous, E. *Bird Life Glimpses*. Londres: George Allen, 1905, pág. 79.

35. Citado en Nice, M. M. «Edmund Selous—An Appreciation.» En: *Bird-Banding* 6 (1935), págs. 90-96. Nice se basa en Selous, E. *Realities of Bird Life*. Londres: Constable & Co., 1927, pág. 152; Selous, E. *The Bird Watcher in the Shetlands*. Londres: J. M. Dent & Co., 1905, pág. 232.

36. Kelly, A. M.; Goodson, J. L. «Personality is tightly coupled to vasopressin-oxytocin neuron activity in a gregarious finch.» En: *Front Behav Neurosci* 8, n.º 55 (2014), doi: 10.3389/fnbeh.2014.0005.

37. Cockrem, J. F. «Corticosterone responses and personality in birds: Individual variation and the ability to cope with environmental changes due to climate change.» En: *Gen Comp Endocrinol* 190 (2013), pág. 156-163.

38. Schrey, A. W., *et al.* «Range expansion of house sparrows (*Passer domesticus*) in Kenya: Evidence of genetic admixture and human-mediated dispersal.» En: *J Heredity* 105 (2014), págs. 60-69.

39. Lynn Martin, comunicación personal, 6 de marzo de 2015.

40. Parker, J. D., *et al.* «Are invasive species performing better in their new ranges?» En: *Ecology* 94 (2013), págs. 985-994.

41. Martin, L. B., *et al.* «Surveillance for microbes and range expansion in house sparrows.» En: *Proc R Soc B* 281, n.º 1774 (2014): 20132690.

42. Liebl, A. L.; Martin, L. B. «Exploratory behavior and stressor hyper-responsiveness facilitate range expansion of an introduced songbird.» En: *Proc R Soc B* (2012), doi: 10.1098/rspb.2012.1606.

43. Liebl, A. L.; Martin, L. B. «Living on the edge: Range edge birds consume novel foods sooner than established ones.» En: *Behav Ecol* 25, n.º 5 (2014), págs. 1089-1096.

44. Ello concordaba con los descubrimientos realizados por Martin en un estudio anterior que comparaba dos grupos de gorriones comunes del Nuevo Mundo. El primer grupo, procedente de la ciudad de Colón, en Panamá, era de recién llegados. Se habían introducido en el país apenas treinta años antes y se estaban propagando por él de manera activa. La otra población era un grupo de «viejos aposentados» que llevaban más de ciento cincuenta años residiendo en Princeton, Nueva Jersey. Martin mantuvo ambos grupos en cautividad en condiciones similares y posteriormente comprobó sus reacciones a alimentos novedosos como rodajas de kiwi y caramelos de menta Life Savers machacados. Los pájaros de Panamá consumieron despreocupadamente los nuevos alimentos, mientras que los de Nueva Jersey los rechazaron. Véase Martin, L. B.; Fitzgerald, L. «A taste for novelty in invading house sparrows.» En: *Behav Ecol* 16 (2005), págs. 702-707.

45. Afemian, M. J., *et al.* «First evidence of elasmobranch predation by a waterbird: Stingray attack and consumption by the great blue heron.» En: *Waterbirds* 34, n.º 1 (2011), págs. 117-120.

46. Bostic, D. L.; Banks, R. C. «A record of stingray predation by the brown pelican.» En: *Condor* 68, n.º 5 (1966), págs. 515-516.

47. Gartell, B. D.; Reid, C. «Death by chocolate: A fatal problem for an inquisitive wild parrot.» En: *New Zealand Vet J* 55, n.º 3 (2007), págs. 149-151.

48. Lynn Martin, comunicación personal, 5 de marzo de 2015.

49. Según Martin y su colega, «Por consiguiente, la selección debería reducir la flexibilidad en los individuos que residen en zonas ambientalmente estables y favorecerla en los entornos novedosos y/o variables. [...] Dado que la flexibilidad puede conllevar costes, podría no ser una estrategia viable para todos los individuos, sobre todo para los que persisten en emplazamientos alejados de los confines de su hábitat y, por ende, la selección debería comenzar a perfeccionar fenotipos de acuerdo con las condiciones locales». Martin, L. B.; Fitzgerald, L. «A taste for novelty in invading house sparrows.» En: *Behav Ecol* 16 (2005), págs. 702-707.

50. Cabe destacar, no obstante, que no existen pruebas empíricas que sustenten la hipótesis de que la sociabilidad sea un rasgo destacado de las aves invasoras con éxito, tal como señala Daniel Sol. «El motivo es que casi todas las especies que se han introducido son sociales, quizá porque son más fáciles de capturar o porque son más frecuentes cerca de los asentamientos humanos. Por lo tanto, esta predicción no puede comprobarse de manera adecuada.» Daniel Sol, comunicación personal, enero de 2015.

51. Daniel Sol, comunicación personal, abril de 2015.

52. Johns, R. «Building owners in new lawsuit over bird collision deaths.» Nota de prensa enviada a los medios por American Bird Conservancy, 2012. Disponible en internet en: <http://www.abc-birds.org/newsandreports/releases/120413.html>.

53. Daniel Sol, comunicación personal, abril de 2015; Sol, D., *et al.* «Urbanisation tolerance and the loss of avian diversity.» En: *Ecol Lett* 17, n.º 8 (2014), págs. 942-950.

54 Shultz, S. «Brain size and resource specialization predict long-term population trends in British birds.»
En: *Proc R Soc B* 272, n.º 1578 (2005), págs. 2305-2011.

55. Friskoff, L. O. «Loss of avian phylogenetic diversity in neotropical agricultural systems.» En: *Science* 345, n.º 6202 (2014), págs. 1343-1346.

56. Sol, D., *et al.* «Behavioral drive or behavioral inhibition in evolution: Subspecific diversification in *Holarctic passerines*.» En: *Evolution* 59, n.º 12 (2005), págs. 2669-2677; Sol, D.; Price, T. D. «Brain size and the diversification of body size in birds.» En: *Am Nat* 172, n.º 2 (2008), págs. 170-177.

57. Freeman, B. G.; Class Freeman, A. M. «Rapid upslope shifts in New Guinean birds illustrate strong distributional responses of tropical montane species to global warming.» En: *PNAS* 111 (2014), págs. 4490-4994.

58. Ben Freeman, comunicación personal, 5 de febrero de 2015.

59. Kareiva, P., *et al.* «Conservation in the Anthropocene.» En: *The Breakthrough* (invierno de 2012). Disponible en internet en: <http://thebreakthrough.org/index.php/journal/past-issues/issue-2/conservation-in-the-anthropocene>.

60. Nash, S. *Virginia Climate Fever*: Charlottesville: University of Virginia Press, 2014, pág. 24.

61. Vedder, O., *et al.* «Quantitative assessment of the importance of phenotypic plasticity in adaptation to climate change in wild bird populations.» En: *PLoS Biol* (2013), doi: 10.1371/journal.pbio.1001605.

62. No obstante, tal como señala Daniel Sol, «otros estudios demuestran lo contrario: un tiempo de generación más dilatado aumenta la reacción al cambio climático.» Véase Saether, B.-E. «Climate driven dynamics of bird populations: Processes and patterns.» En: *BOU Proceedings–Climate Change and Birds* (2010).

63. Shultz, S. «Brain size and resource specialization predict longterm population trends in British birds.» En: *Proc R Soc B* 272, n.º 1578 (2005), págs. 2305-2311; Sol, D., *et al.* «Big brains, enhanced cognition and response of birds to novel environments.» En: *PNAS* 102 (2005), págs. 5460-5465.

64. Baker, A. J. «Rapid population decline in red knots: fitness consequences of decreased refuelling rates and late arrival in Delaware Bay.» En: *Proc Roy Soc B* 271 (2004), págs. 875-882.

65. Galbraith, H., *et al.* «Predicting vulnerabilities of North American shorebirds to climate change.» En: *PLoS ONE* (2014), doi: 10.1371/journal.pone.0108899.

66. Consulte: <http://climate.audubon.org/birds/mouchi/mountain-chickadee>.

67. Freas, C. A., *et al.* «Elevation-related differences in memory and the hippocampus in mountain chickadees, *Poecile gambeli*.» En: *Anim Behav* 84 (2012), págs. 121-127.

68. Vladimir Pravosudov, comunicación personal, 29 de enero de 2015.

69. Ben Freeman, comunicación personal, 26 de febrero de 2015.

70. De Coster, G., *et al.* «Citizen science in action—evidence for long-term, region-wide house sparrow declines in Flanders, Belgium.» En: *Landscape Urban Plan* 134 (2015), págs. 139-146; Shaw, L. M., *et al.* «The house sparrow *Passer domesticus* in urban areas—reviewing a possible link between post-decline distribution and human socioeconomic status.» En: *J Ornithol* 149, n.º 3 (2008), págs. 293-299.

71.

<http://www.rspb.org.uk/discoverandenjoynature/discoverandlearn/birdguide/redliststory.aspx>.

Consúltese:

72. Peach. W. J., *et al.* «Reproductive success of house sparrows along an urban gradient.» En: *Anim Conserv* 11, n.º 6 (20 08), págs. 493 - 503; <http://www.rspb.org.uk/news/details.aspx?id=tcm:9-203663>;
Adam, D. «Leylandii may be to blame for house sparrow decline, say scientists.» En: *Guardian*, 2008, disponible en internet en: <http://www.theguardian.com/environment/2008/nov/20/wildlife-endangeredspecies>.

73. Seress, G. «Urbanization, nestling growth and reproductive success in a moderately declining house sparrow population.» En: *J Avian Biol* 43 (2012), págs. 403-414.

74. Yom-Tov, Y. «Global warming and body mass decline in Israeli passerine birds.» En: *Proc R Soc B* 268 (2001), págs. 947-952.

75. Lynn Martin, comunicación personal, 5 de marzo de 2015.

76. Anderson, T. R. *The Biology of the Ubiquitous House Sparrow*. Oxford: Oxford University Press, 2006, pág. 437.

77. Rasmussen, P. C., *et al.* «Vocal divergence and new species in the Philippine hawk owl *Ninox philippensis* complex.» En: *Forktail* 28 (2012), págs. 1-20; Harris, J. B. C. «New species of *Muscicapa flycatcher* from Sulawesi, Indonesia.» En: *PLoS ONE* 9, n.º 11 (2014): e112657; Alström, P., *et al.* «Integrative taxonomy of the russet bush warbler *Locustella mandelli* complex reveals a new species from central China.» En: *Avian Res* 6, n.º 1 (2015), doi: 10.1186/s40657-015-0016-z.

78. Smirnova, A., *et al.* «Crows spontaneously exhibit analogical reasoning.» En: *Curr Biol* (2014), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2014.11.063>.

79. Prum, R. O. «Coevolutionary aesthetics in human and biotic artworlds.» En: *Biol Philos* 28, n.º 5 (2013), págs. 811-832.

80. R. F. Johnston citado en Anderson, T. R. *The Biology of the Ubiquitous House Sparrow*. Oxford: Oxford University Press, 2006, pág. 31.

81. Gavin Hunt, comunicación personal, enero de 2015.

82. Friskoff, L. O. «Loss of avian phylogenetic diversity in neotropical agricultural systems.» En: *Science* 345, n.º 6202 (2014), págs. 1343-1346.

83. Romanov, M. N., *et al.* «Reconstruction of gross avian genome structure, organization and evolution suggests that the chicken lineage most closely resembles the dinosaur avian ancestor.» En: *BMC Genomics* 15, n.º 1 (2014), pág. 1060.

84. Bent, A. C. *Life Histories of North American Gallinaceous Birds*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1932, pág. 335.

85. Leopold, A. *A Sand County Almanac*. Londres: Oxford University Press, 1966, pág. 137.

86. Jarvis. E. D., *et al.* «Whole-genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds.» En: *Science* 346, n.º 6215 (2014), págs. 1321-1331.

87. A. Einstein en una carta a la reina Isabel de Bélgica, 19 de septiembre de 1932.

88. Healy, S. D. «Animal cognition: The tradeoff to being smart.» En: *Curr Biol* 22, n.º 19 (2012), págs. R840-R841.

89. Daniel Sol, comunicación personal, enero de 2015.

90. Cauchard, L., *et al.* «Problem-solving performance is correlated with reproductive success in a wild bird population.» En: *Anim Behav* 85 (2013), págs. 19-26. Cauchard y sus colegas expusieron a pares de carboneros en época de cría a un problema peliagudo y a continuación correlacionaron el rendimiento de los progenitores con su éxito reproductivo. El equipo construyó unas cajas nido con una especie de trampilla que sólo se abría tirando de un cordel. Los nidos en los que al menos un progenitor resolvió el problema presentaron tasas de supervivencia de los polluelos más elevadas que los nidos donde ninguno de ambos progenitores logró hallar una solución.

91. Cole, E., *et al.* «Cognitive ability influences reproductive life history variation in the wild.» En: *Curr Biol* 22 (2012), págs. 1808-1812.

92. Kozlovsky, D. Y., *et al.* «Elevation-related differences in parental risk-taking behavior are associated with cognitive variation in mountain chickadees.» En: *Ethology* 121, n.º 4 (2015), págs. 383-394; Vladimir Pravosudov, comunicación personal, 25 de enero de 2015.

93. Neeltje Boogert, comunicación personal, abril de 2015.

94. Entrevista a Simon Ducatez, febrero de 2012; Ducatez, S. «Problem-solving and learning in Carib grackles: Individuals show a consistent speed-accuracy tradeoff.» En: *Anim Cogn* 18, n.º 2 (2015), págs. 485-496.

95. Entrevista a Simon Ducatez, febrero de 2012; Ducatez, S. «Problem-solving and learning in Carib grackles: Individuals show a consistent speed-accuracy tradeoff.» En: *Anim Cogn* 18, n.º 2 (2015), págs. 485-496.

El ingenio de los pájaros

Jennifer Ackerman

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Título original: *The Genius of Birds*

Publicado originalmente por Penguin Press, un sello de Penguin Random House LLC, Nueva York
Traducción de Gemma Deza Guil

© 2016, Jennifer Ackerman

© Editorial Planeta, S. A., 2017

Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)

www.editorial.planeta.es

www.planetadelibros.com

Diseño de la portada: Planeta Arte & Diseño

Ilustración de la cubierta: © Eunice Nugroho

Primera edición en libro electrónico (epub): febrero de 2017

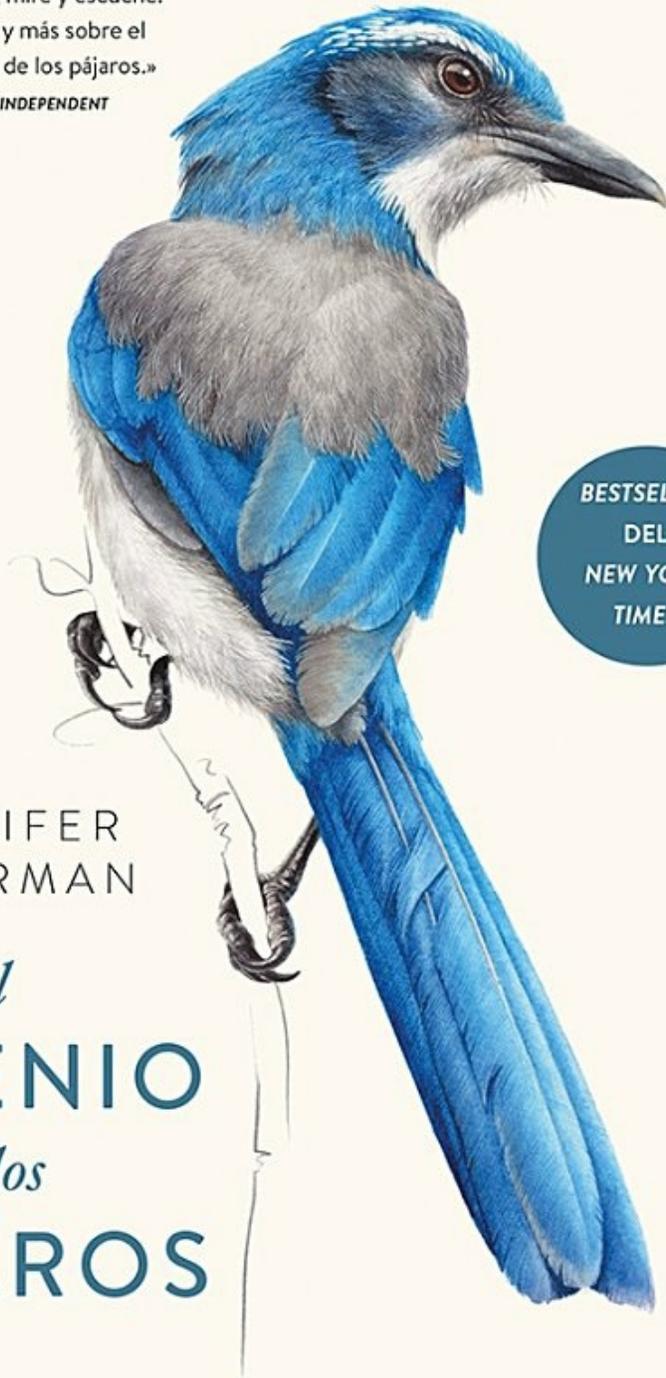
ISBN: 978-84-344-2549-1 (epub)

Conversión a libro electrónico: Newcomlab, S. L. L.

www.newcomlab.com

«Lea este libro. Salga al parque,
al campo... Relájese, mire y escuche.
Querrá saber más y más sobre el
asombroso ingenio de los pájaros.»

THE WASHINGTON INDEPENDENT



BESTSELLER
DEL
NEW YORK
TIMES

JENNIFER
ACKERMAN

El
INGENIO
de los
PÁJAROS

Ariel