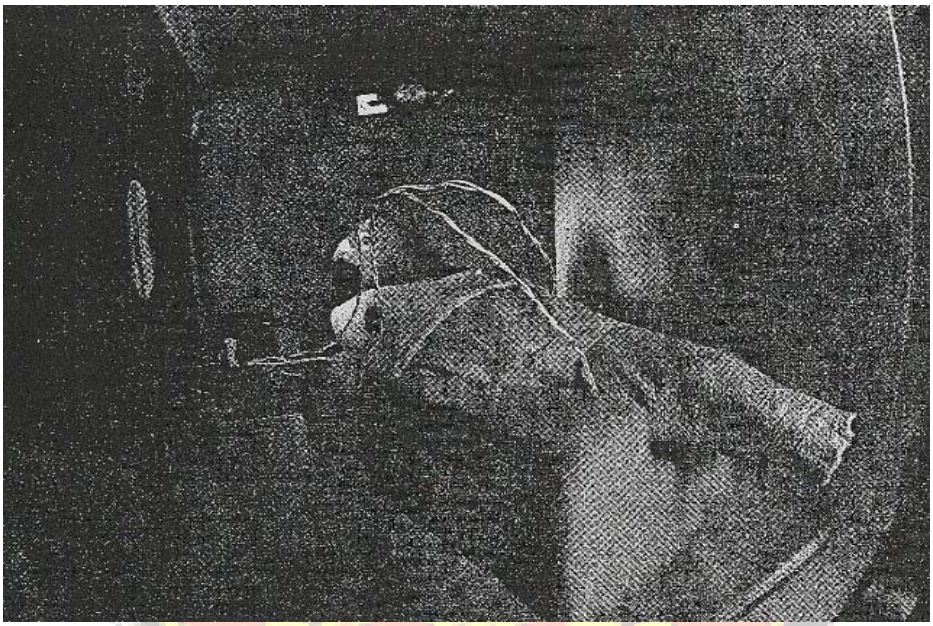
La orientación de las palomas

Recientes descubrimientos han echado por tierra las anteriores explicaciones acerca de cómo descubren las palomas el camino de vuelta a casa desde lugares muy distantes. Es muy probable que tengan más de un sistema de orientación para determinar su dirección.

¿Cómo puede una paloma descubrir el camino de su palomar desde cientos de kilómetros de distancia?

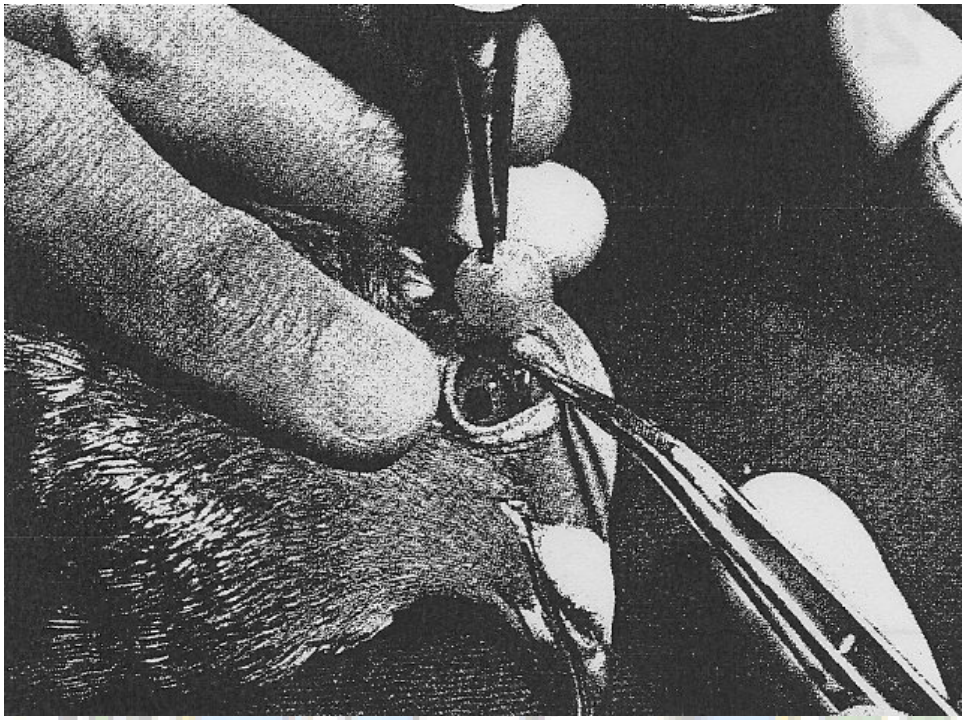
La respuesta no está en la existencia de marcas visibles en el suelo, palomas transportadas a zonas que no han visto antes, en jaulas cubiertas, no tienen grandes problemas para hallar su camino de vuelta. Tampoco constituye una respuesta totalmente satisfactoria la capacidad del pájaro para determinar direcciones de orientación utilizando como referencia el sol o el campo magnético terrestre. Aún cuando una paloma puede determinar las direcciones de la brújula.

¿Cómo puede conocer cuál es el camino de vuelta a casa? Aunque la habilidad de la paloma para volver a casa ha despertado desde hace tiempo la curiosidad del hombre, la historia completa de cómo se guía el pájaro sigue siendo un misterio, sin embargo , se ha aprendido mucho acerca de la capacidad de orientación de la palomas en las dos últimas décadas, particularmente en los últimos seis años.



La paloma en una cámara de aislamiento ha sido preparada para probar su poco frecuente capacidad sensorial. La paloma tiene colocados dos electrodos que van a unos cables que le producen un shock eléctrico débil durante el test, y otros dos cables están conectados con electrodos que recogen los latidos del corazón del pájaro. La paloma está sujeta por una especie de arnés que le impide moverse. En un experimento típico, el pájaro recibe un shock después de un estímulo específico, que podría ser un cambio en la potencia de un campo magnético inducido, un cambio de la presión atmosférica o un cambio en el plano de polarización de la luz que incide sobre el ojo de la paloma.
Si el pájaro es capaz de apreciar los cambios en el estímulo, comienza a anticiparse al shock y su corazón late más deprisa al comienzo del estímulo, que es aplicado a intervalos irregulares de tiempo. Experimentos en el laboratorio del autor indican que la paloma es capaz de percibir pequeñas fluctuaciones de la presión atmosférica.
Además, las palomas, corno las abejas, pueden detectar cambios en el plano de luz polarizada. La fotografía se hizo con una máquina fotográfica colocada dentro de la cámara de aislamiento.

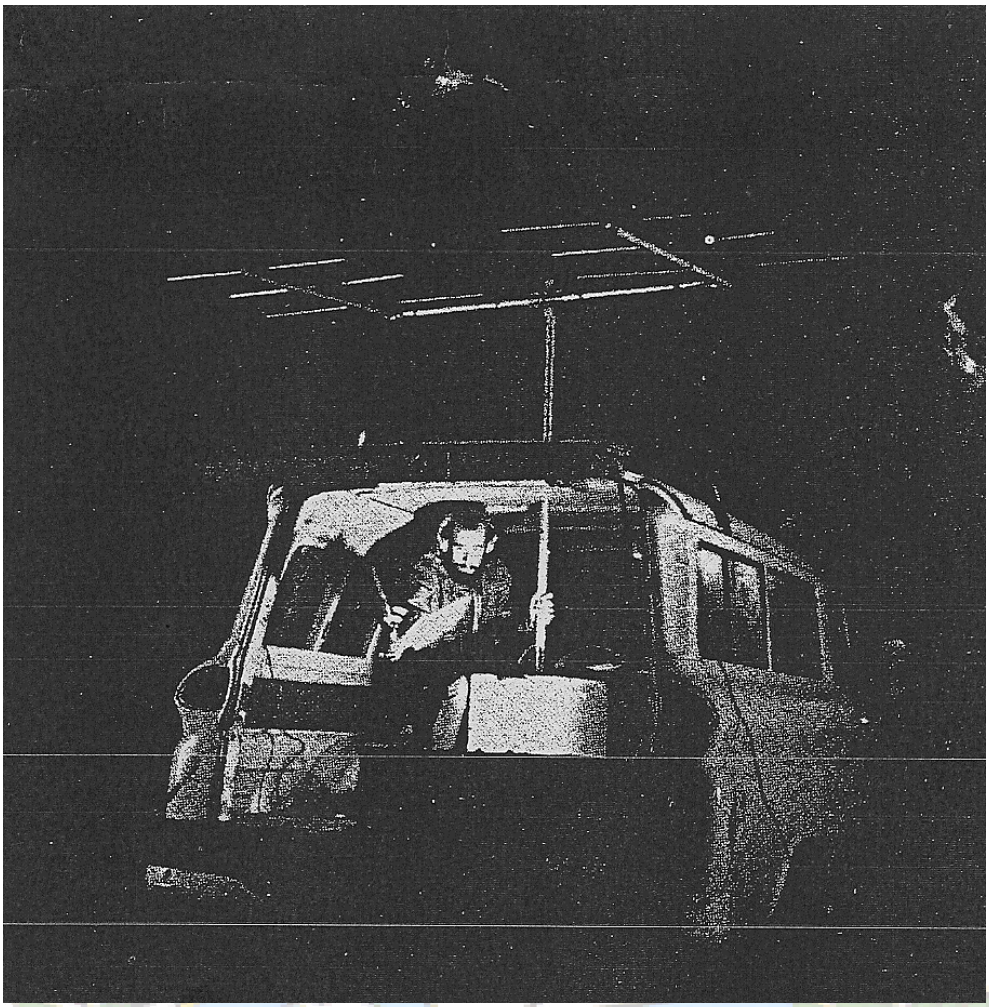
La moderna paloma mensajera, descendiente de varias razas anteriores, se desarrolló en Bélgica a mediados del siglo XIX. Hoy además de servir para llevar mensajes, las palomas mensajeras son utilizadas en carreras de competición. Este deporte está muy extendido y es muy popular en Europa, y también se ha asentado firmemente en muchas partes de Estados Unidos. A menudo participan varios miles de palomas en una sola carrera. Las aves son transportadas a un punto determinado generalmente a una distancia de 100 a 600 millas, y entonces son soltadas simultáneamente. Después de que los dueños de las aves han registrado el tiempo de llegada a casa, utilizando mecanismos especiales diseñados con este fin, se calcula la velocidad de cada ave para conocer los vencedores .es corriente registrar velocidades de 80 km /h; las mejores palomas pueden recorrer hasta 1000 km en un sólo día.



Lentes de contacto mate son colocadas en los ojos de la paloma antes de una liberación de prueba. Cuando están cubiertos los dos ojos de la paloma con las lentes, es incapaz de ver objetos que estén a más de unos metros de distancia. Las palomas-control tienen lentes transparentes en sus ojos y son liberadas a la vez en el mismo sitio. Los experimentos han demostrado que las palomas que llevaban lentes mates eran capaces de orientar su vuelo en dirección a su hogar cuando eran liberadas en un sitio distante, y que además algunas palomas eran capaces de volver al palomar. Las lentes utilizadas normalmente están hechas con una gelatina que se disuelve a las pocas horas.

La notable habilidad de las palomas para hallar el camino de vuelta a casa se ha conocido al menos desde que se comenzó a escribir la historia. Los ejércitos de los antiguos persas, sirios, egipcios y fenicios enviaban mensajes por medio de palomas desde los campos de batalla. Se sabe que existía la comunicación regular mediante palomas en tiempos de Julio César.

Durante el cerco de París, en 1870, los parisienses recibieron más de un millón de mensajes gracias a las palomas que habían sido sacadas de la ciudad en globos. Las palomas prestaron servicios tan valiosos en ambas guerras mundiales que se erigieron monumentos en su honor e Bruselas y en la ciudad francesa de Lille.



Para estudiar la orientación nocturna de las palomas, se liberan palomas con radiotransmisores colocados en su dorso, y se las sigue con un radiorreceptor desde un camión. En esta exposición se utilizaron tres flashes sucesivos de luz para iluminar a la paloma que volaba.

En Estados Unidos fueron destacadas y exhibidas tras su muerte algunas palomas “heroicas”; están expuestas en el ArmySignal Corps Museum y en el Museo Nacional.

En 1949, Gustav Kramer y sus estudiantes del Instituto Max Plank de Biología Marina de Wihelmshaven, en Alemania, demostraron que una paloma en una jaula circular con recipientes de comida idénticos colocados a intervalos regulares alrededor de su periferia; podía fácilmente ser entrenada para ir hacia un recipiente de comida en una dirección determinada, por ejemplo hacia el noroeste, aún cuando se hiciera girar la jaula y se cambiase el paisaje circundante.

Descubrieron que la capacidad de la paloma para determinar una dirección dependía de que el pájaro fuera capaz de ver el sol. Bajo un cielo cubierto la paloma elegía los recipientes de comida al azar. Si se cambiaba la posición aparente del sol mediante espejos, la elección de camino hacia los recipientes de comida se alteraba de manera equivalente.

Es evidente que si las aves pueden utilizar el sol como brújula para determinar la dirección, deben de ser capaces de compensar el cambio en a posición aparente del sol durante el día. En el Hemisferio Norte el sol sale por el este, se mueve al sur a mediodía y se pone por el oeste. Si una paloma va a determinar una dirección particular, no puede limitarse a seleccionar un ángulo constante con respecto al sol. Debe cambiar el ángulo relativo unos 15 grados por hora, que es la velocidad media de cambio de la posición del sol durante el día.

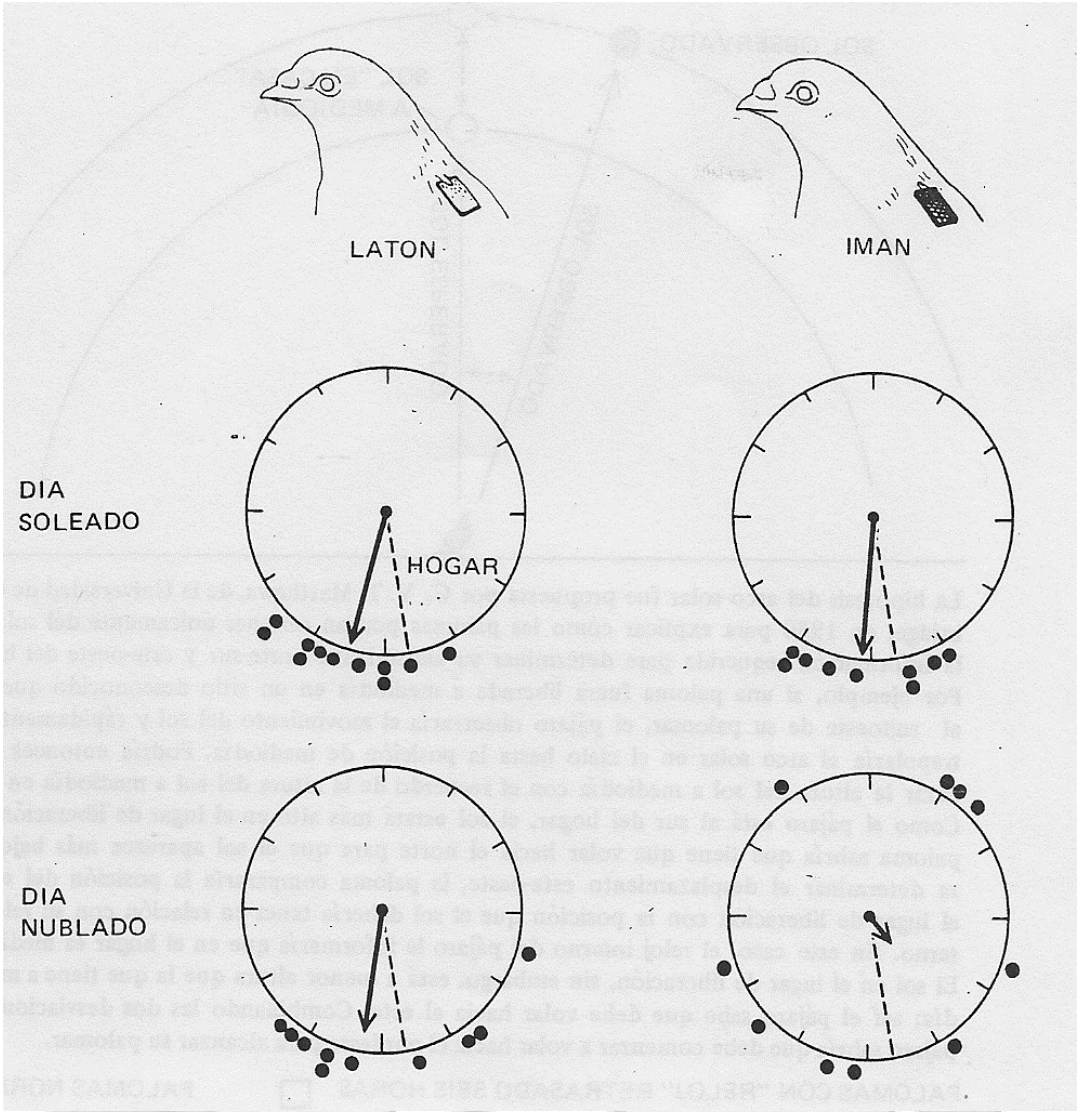
En pocas palabras, el ave debe tener un sentido exacto del tiempo, un reloj interno, y este reloj debe estar acoplado con la posición del sol en el cielo para que sea posible una determinación precisa de la dirección a partir del sol.

De una forma sencilla, pero elegante, Kramer demostró que los pájaros ciertamente compensan el tiempo cuando utilizan el sol como brújula. Entrenó algunos pájaros, en este caso estorninos, para que utilizaran el sol para ir en una dirección particular para llegar a un recipiente de comida. Luego sustituyó el sol por una luz fija. Los estorninos respondieron a la luz como si se moviese 15 grados por hora. Como la luz en realidad estaba fija, la orientación de los pájaros se desviaba aproximadamente 15 grados por hora.

Klaus Hoffman, uno de los discípulos de Kramer, dio un importante paso en la demostración del papel del reloj interno en la orientación por medio de la brújula solar.Guardó estorninos durante varios días en habitaciones cerradas, en las que se encendían luces artificiales seis horas después de la salida del sol y se apagaban seis horas después de la puesta del sol. Es sabido que el reloj interno de la mayoría de los organismos puede ser cambiado a in nuevo ritmo de esta manera, el proceso es muy similar al que experimenta el hombre cuando vuela de Estados Unidos a Europa en pocas horas y tarda varios días en adaptarse al tiempo europeo.

Cuando los estorninos cuyos relojes internos habían sido retrasados 6 horas, fueron sometidos a prueba en una jaula circular bajo el sol real, seleccionaron una orientación de 90 grados a la derecha de la dirección original del entrenamiento.

Puesto que sus relojes internos estaban desfasados un cuarto de día con respecto al tiempo solar, cometieron un error de un cuarto de círculo en la selección de los recipientes de alimento.



La hipótesis del campo magnético, propuesta hace más de un siglo, había estado abandonada hasta hace muy poco, pues los primeros experimentos no habían podido demostrar que poniendo imanes a las palomas éstas se desorientan. Pruebas recientes, sin embargo, demuestran que 145 palomas con imanes atados se desorientan cuando son liberadas en un sitio desconocido y bajo un cielo totalmente nublado', pero no se desorientan cuando el sol es visible. Palomas control con barras de latón atadas muestran muy poca diferencia en cuanto a su orientación media de desaparición, ya sea con solo con tiempo nublado. La orientación de desaparición de palomas individuales, tal como la determina un observador con binoculares, está indicada por círculos negros. La línea de puntos indica la orientación correcta al hogar. El vector medio, o tendencia direccional, de todos los pájaros de un grupo de prueba se representa con una flecha. La longitud de este vector es una representación estadística del grado de acuerdo entre los pájaros para seleccionar una dirección. Un acuerdo total daría una longitud vectorial igual al radio de la circunferencia; cuanto más diversas son las direcciones de salida. más corto será el vector.

Aunque Kramer y sus colegas habían demostrado claramente que algunos pájaros, incluidas las palomas pueden utilizar el sol como brújula, el descubrimiento en sí mismo no puede explicar cómo vuelven a casa las palomas.

Como he indicado, la vuelta a casa requiere algo más que una brújula. Si le llevaran a usted a cientos de kilómetros dentro de un

territorio desconocido, le dieran solamente una brújula magnética y le dijeran que comenzara a andar hacia casa, no sería capaz de llegar a ella.

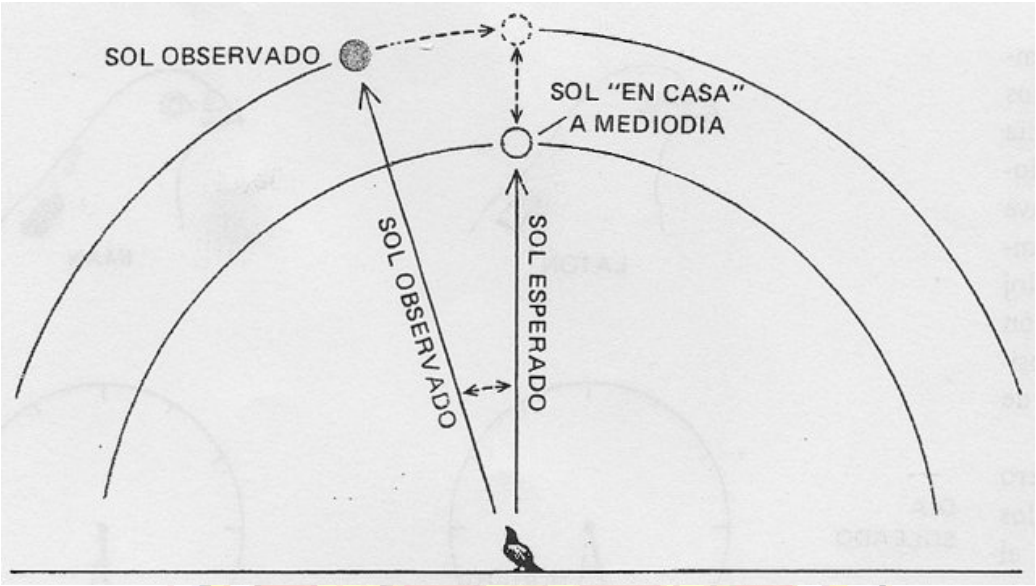
Incluso aunque pudiera determinar dónde está el norte, usted no sabría dónde estaba con respecto a su casa, y por lo tanto la información de la brújula le sería prácticamente inútil.

En 1953, G.T.T. Matthews, que trabajaba entonces en la Universidad e Cambridge, sugirió que las palomas obtenían del sol mucha más información que la proporcionada por la orientación de una brújula.

Enunció la hipótesis de que el sol les suministra toda la información que necesitan para conseguir una auténtica navegación bicoordenada. En pocas palabras , al ser liberada una paloma en un lugar distante, podría determinar su desplazamiento norte-sur con respecto a su casa observando el movimiento del sol a lo largo del arco que describe en el cielo, extrapolándolo a la posición del sol almediodía en ese arco, midiendo la altura del sol a mediodía y comparándola con la altura del sol en su casa (como el pájaro lo recordaba).Si la altura del sol a mediodía en el lugar de liberación era menos que en su casa, el pájaro sabría que estaba al norte de la misma; si el sol estaba más alto que en su casa, el pájaro sabría que estaba al sur de su hogar.

Para calcular el desplazamiento este-oeste, el pájaro determinaría la hora solar observando la posición del sol en un arco en el lugar de liberación, comparando la hora local, con la de su casa como le indicaba su reloj interno.

Una hora local adelantada sobre la de casa indicaría que el pájaro estaba al este de su hogar; si la hora local estaba retrasada con respecto a la de casa el pájaro estaría al oeste del hogar. Así Matthews, el pájaro determinaría su desplazamiento norte-sur a partir de la altura del sol, y su desplazamiento este-oeste por la diferencia de hora; la combinación de estos datos indicaría la dirección se su casa (ver la siguiente ilustración).

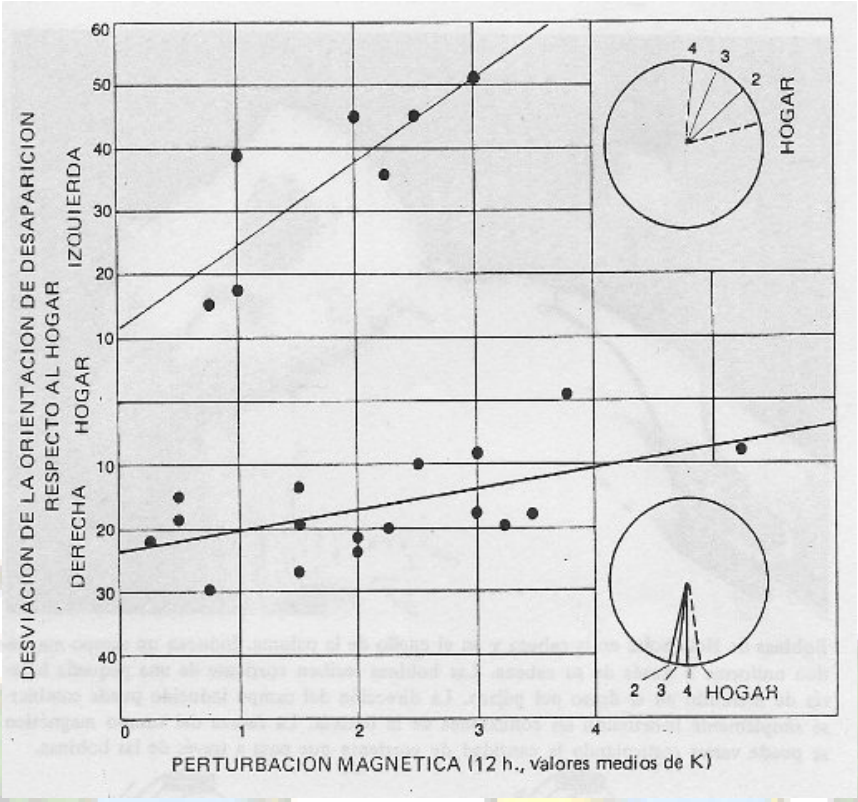


La hipótesis del arco solar fue propuesta por G. V. T. Matthews, de la Universidad de Cambridge, en 1950 para explicar cómo las palomas podían obtener únicamente del sol toda la información requerida para determinar su alejamiento norte-sur y este-oeste del hogar.
Por ejemplo, si una paloma fuera liberada a mediodía en un sitio desconocido que está al sudoeste de su palomar, el pájaro observaría el movimiento del sol y rápidamente extrapolaría el arco solar en el cielo hasta la posición de mediodía. Podría entonces comparar la altura del sol a mediodía con el recuerdo de la altura del sol a mediodía en casa.
Como el pájaro está al sur del hogar, el sol estará más alto en el lugar de liberación y la paloma sabría que tiene que volar hacia el norte para-que el sol aparezca más bajo. Para determinar el desplazamiento este-oeste, la paloma compararía la posición del sol en el lugar de liberación con la posición que el sol debería tener en relación con su reloj interno.
En este caso, el reloj interno del pájaro le informaría que en el hogar es mediodía. El sol en el lugar de liberación, sin embargo, está a menor altura que la que tiene a mediodía; así el pájaro sabe que debe volar hacia el este. Combinando las dos desviaciones; el pájaro sabría que debe comenzar a volar hacia el nordeste para alcanzar su palomar.

La hipótesis del arco solar de Mattews supuso un importante estímulo para investigar más a fondo el regreso de las palomas y constituyó la base de muchos de los experimentos realizados en la década siguiente. Desgraciadamente, sin embargo, casi todos los resultados de estos experimentos contradecían la hipótesis, y los investigadores dedicados actualmente al estudio de la orientación de las palomas ya no la consideran probable. Las pruebas contra la hipótesis son tantas que apenas podemos tratarlas aquí. Por el momento haré solamente mención de un experimento para ayudar al lector a comprender alguna de las más recientes investigaciones.

Klaus Schmidt-koening, otro de los discípulos de Kramer, demostró en 1958 que cuando las palomas cuyos relojes internos han sido cambiados artificialmente son liberadas en un lugar distante, su selección inicial de la dirección también está cambiada.

Su orientación de desaparición (la orientación hasta que desaparecen de la vista de un observador que utiliza binoculares de gran potencia) se desvía con respecto a la de las palomas normales, unos 15 grados por cada hora alterada en el reloj interno de las aves.

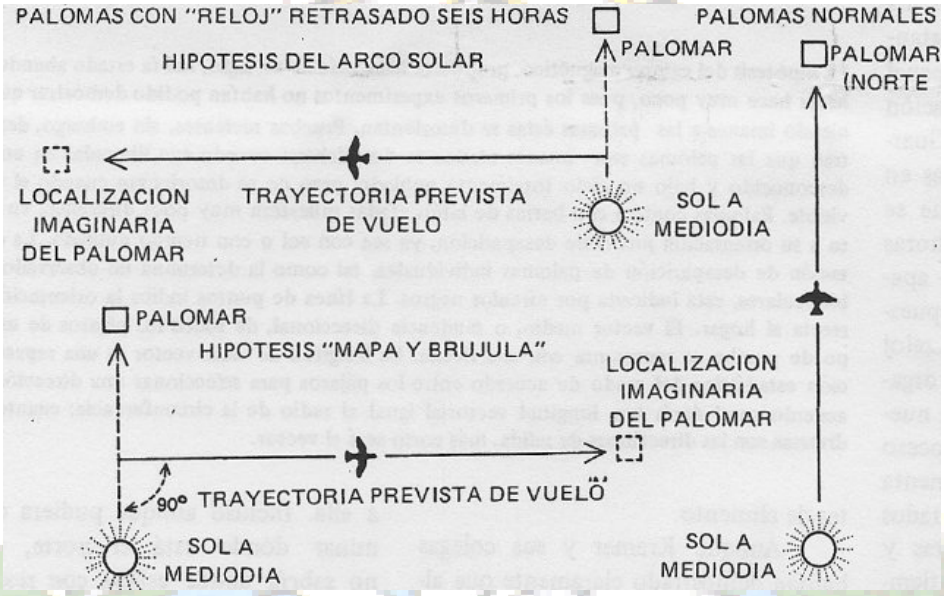


Las perturbaciones del campo magnético terrestre causadas por la actividad solar parecen afectar a la elección inicial de la orientación de las palomas cuando son liberadas en un lugar distante y en condiciones en las que hay luz solar. La escala del índice K es utilizada para indicar el grado de actividad magnética, variando desde el reposo (menos de 2) hasta una tormenta magnética importante (6 o más). En 1972, la liberación de una serie de palomas desde un lugar a 72 kilómetros de los palomares de la Cornell University reveló que cuando aumenta el grado de perturbación magnética, la orientación de desaparición de los pájaros se inclina hacia la izquierda, observándola desde una posición orientada hacia el hogar (curva negra). En este lugar de liberación, el cambio hacia la izquierda hizo que la orientación de desaparición de los pájaros se aproximase más a la orientación correcta del camino a casa, pero hubo éxito en la vuelta al palomar. En otra serie de tests, palomas de un palomar distinto fueron liberadas desde un lugar al oeste de su casa. Se observó una desviación similar hacia la izquierda de la orientación de desaparición al aumentar las perturbaciones magnéticas (curva de color). En este caso la desviación hacia la izquierda hizo que las orientaciones de desviación se alejaran de la verdadera.

Examinemos una prueba referente a palomas con el reloj cambiado para comprobar si los resultados están de acuerdo con los que podrían predecirse se la hipótesis del arco solar fuera cierta .supongamos que cambiamos el reloj interno de los pájaros retrasándolo 6 horas y entonces lo soltamos a mediodía 100 millas al sur de su casa. De acuerdo con la hipótesis del arco solar, los pájaros

observarían que es mediodía en el lugar de la liberación, pero su reloj interno les diría que son las 6:00 A.M. en el hogar.

Deberían reaccionar, por lo tanto, como si estuvieran a miles de illas al este del hogar, y deberían comenzar a volar casi directamente hacia el oeste .Cuando llevamos a cabo realmente este experimento, sin embargo, los pájaros desaparecieron casi en línea recta hacia el este, exactamente por el lugar opuesto al previsto por la hipótesis del arco solar (ver la siguiente ilustración).



Las pruebas de las dos hipótesis de navegación solar fueron realizadas con palomas cuyos relojes internos habían sido retrasados 6 horas alterando sus períodos día-noche en el laboratorio.
De acuerdo con la hipótesis del arco solar, cuando se lleva a las palomas con el reloj cambiado al sur de su palomar y se las libera a mediodía, su reloj interno les dice que son las 6:00 A. M. en su casa. Al observar que el sol en el lugar de liberación está demasiado lejos de su arco para las 6:00 A. M., deberían volar hacia el oeste (arriba a la izquierda).
La hipótesis del modelo alternativo del "mapa y brújula" sugiere que las palomas saben donde se encuentran con respecto al hogar gracias a una especie de mapa, y que sólo utilizan el sol como brújula de dirección. Su reloj interno dice que son las 6:00 A. M,
Y por consiguiente suponen que el sol está al este. Como el sol está realmente al sur, deberían comenzar a volar hacia el este, pensando que esa dirección es el norte (abajo a la izquierda).
Cuando se realizó el experimento, las palomas con el reloj cambiado volaron hacia el este, de acuerdo con la hipótesis del mapa y la brújula, y contradiciendo la hipótesis del arco solar. Las palomas normales liberadas en el mismo sitio partieron en dirección correcta hacia su hogar (derecha).

¿Existe alguna manera de explicar estos resultados? La respuesta es afirmativa, pero para hacerlo debemos cambiar la hipótesis del arco solar te Mattews a un modelo alternativo propuesto por Kramer.

Kramer recalcó que todas las pruebas apoyan la conclusión de que las palomas solamente utilizan el sol como brújula, y nada más. Parecen

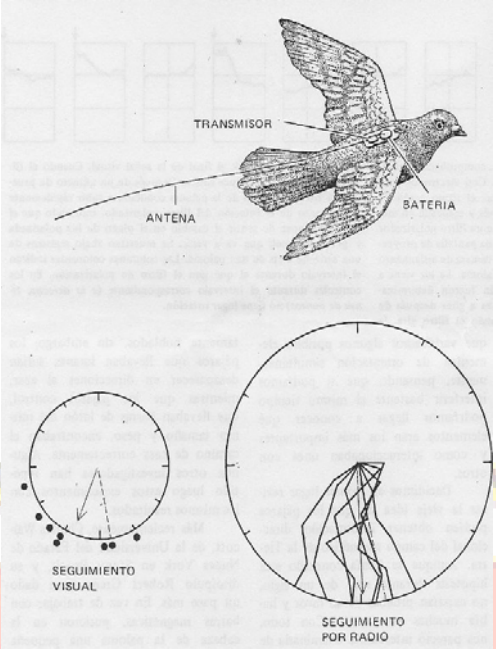
comportarse de manera análoga al hombre que utiliza un mapa y una brújula, como si determinaran primero por medio de algún tipo de mapa cuál es su posición relativa con respecto al hogar y en qué dirección deben volar para llegar a él, y lego utilizarán la brújula solar para localizar dicha dirección.

Como Kramer nunca pudo explicar cuál podía ser la fuente de información que serviría como mapa, imaginemos a modo de ejemplo que antes de liberar cada paloma le susurramos al oído “el hogar está hacia el Norte”. Ahora el pájaro debe utilizar su brújula solar para localizar el Norte. Su reloj interno señala las 6:00 A.M., cuando el sol debería estar al este, desde este punto el Norte debería estar aproximadamente a 90 grados del sol en la dirección contraria de las agujas del reloj. Recordemos, sin embargo, que el reloj del pájaro está 6 horas retrasado; en realidad es mediodía, cuando el sol está al Sur. Por tanto, la elección de una orientación de 90 grados en la dirección contraria de las agujas del reloj con respecto al sol hará que el pájaro vaya hacia el Este y no al Norte.

Resumiendo, podemos decir que no importa la combinación de direcciones y cambios en el reloj que utilicemos en nuestros experimentos para que los resultados coincidan con las predicciones del modelo del mapa y brújula de Kramer, y no con la hipótesis del arco solar de Matthews.

Dado que el uso de la brújula solar en la orientación de la paloma era el único hecho bien determinado, hubo una tendencia de muchos investigadores en los años 60 a suponer que el sol es esencial en la orientación hacia el hogar en un lugar de liberación desconocido. Varias discrepancias, sin embargo, nos llevaron a mis colegas y a mí, en la Universidad de Cornell, a dudarlo.

En primer lugar, conocía numerosos casos de carreras rápidas de palomas cuando el cielo estaba muy nublado. Segundo nuestras palomas parecían orientarse bien bajo las nubes si habían volado previamente en las cercanías del hogar en tiempo lluvioso. Tercero, las pruebas publicadas de que las palomas se desorientaban con el cielo muy cubierto no erar enteramente consistentes, y cuarto nosotros y otros autores habíamos sido capaces de hacer que volvieran a casa durante la noche.



El seguimiento por radio de las palomas es realizado con un receptor en el suelo en el fugar de liberación o a veces por un receptor en un avión. Se colocan un transmisor de FM y una batería en el dorso de la paloma (arriba). La antena de 45 cm cuelga detrás de la cola del pájaro mientras éste vuela. Los datos del seguimiento por radio revelan que las palomas no continúan volando en línea recta después de abandonar el lugar de liberación, sino que frecuentemente alteran su curso. Se compara la orientación de desaparición de 8 palomas, tal como la determinaron observadores con binoculares, y la orientación determinada simultáneamente por radio desde el lugar (abajo). La escala de los dos círculos es arbitraria. El seguimiento visual puede extenderse a dos o tres kilómetros, según la altura de vuelo del pájaro. Las señales de radio alcanzan 13 Km. o más. La línea de puntos indica la verdadera dirección al hogar.

Comenzamos, pues, a revisar la importancia del sol en la orientación de las palomas. En nuestros experimentos más importantes utilizamos también palomas con el reloj cambiado. Como era de esperar, cuando las palomas cuyos relojes internos habían sido adelantados o atrasados seis horas fueron liberadas con el sol, su orientación de desaparición tuvo unos 90 grados de desviación a la derecha o a la izquierda con relación a las palomas control cuyo reloj interno no estaba cambiado.

Cuando las palomas eran liberadas con el cielo totalmente cubierto, sin embargo, los resultados eran bastante diferentes: tanto los pájaros control como los que tenían el reloj cambiado desaparecían hacia casa y no había ninguna diferencia significativa en su orientación. Ocurría esto aún cuando el lugar de liberación fuera totalmente desconocido para las palomas.

Estos resultados nos llevaron a varias conclusiones:

1- Las palomas acostumbradas a volar con mal tiempo son capaces de orientarse hacia casa con el cielo totalmente nublado. Como no hay diferencia entre la orientación de las palomas control y las del reloj cambiado en estas condiciones, es evidente que no son capaces de ver el sol a través de las nubes y por tanto ya no utilizan la brújula solar.

2- Debe existir redundancia en el sistema de orientación de las palomas .utilizan la brújula solar cuando está disponible, pero la pueden sustituir por información de otras fuentes cuando no lo está.

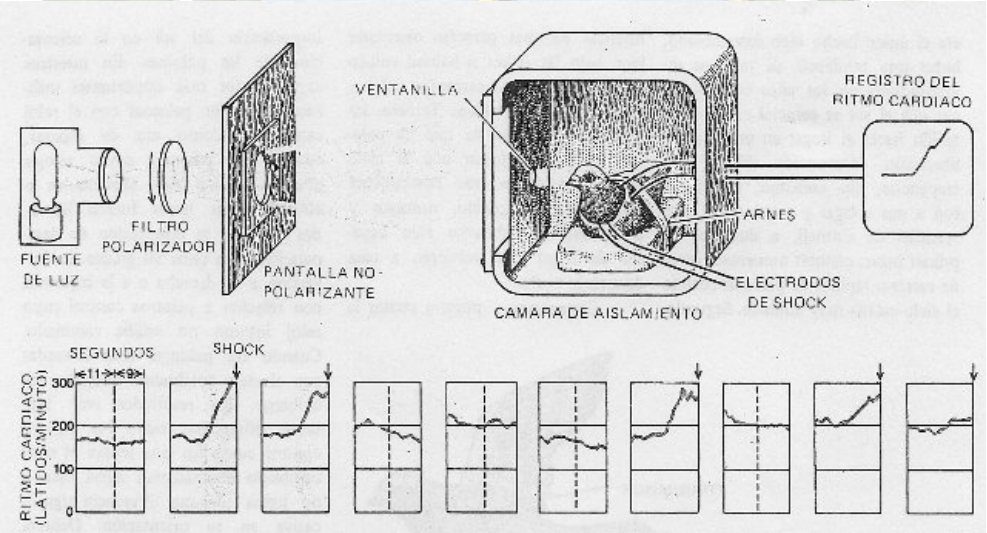
3- La información alternativa utilizada en lugar de la brújula solar no necesita un tiempo de compensación.

4- El sistema alternativo no puede ser una orientación por señales familiares, ya que las palomas pueden orientarse correctamente hacia casa con el cielo nublado incluso en un territorio distante y totalmente desconocido.

El reconocimiento del hecho de que las palomas son capaces de utilizar indicaciones alternativas, dependiendo de las circunstancias que existan, significaba que los resultados de muchos de los experimentos más antiguos no se podían aceptar como válidos por más tiempo.

Por ejemplo si un experimentador alteraba el elemento A mientras mantenía las demás condiciones en el óptimo, y si las palomas continuaban orientándose bien, podían haber utilizado otra pista B como alternativa de A. De forma similar, si B es alterado, mientras se mantienen los restantes elementos, el animal puede haber seguido la pista A en lugar de la pista B. Resumiendo, nos podríamos haber equivocado si de esos experimentos hubiéramos sacado la conclusión de que los elementos A y B no formaban parte del sistema de orientación de las palomas. De hecho, tales experimentos solamente muestran que ni A ni B aislados son esenciales para una correcta orientación bajo las condiciones particulares de la prueba.

Este tipo de razonamiento nos llevó a realizar experimentos en los que variábamos algunos posibles elementos de orientación simultáneamente, pensando que si podíamos interferir bastante al mismo tiempo podríamos llegar a conocer qué elementos eran los más importantes y como interaccionaban unos con otros.

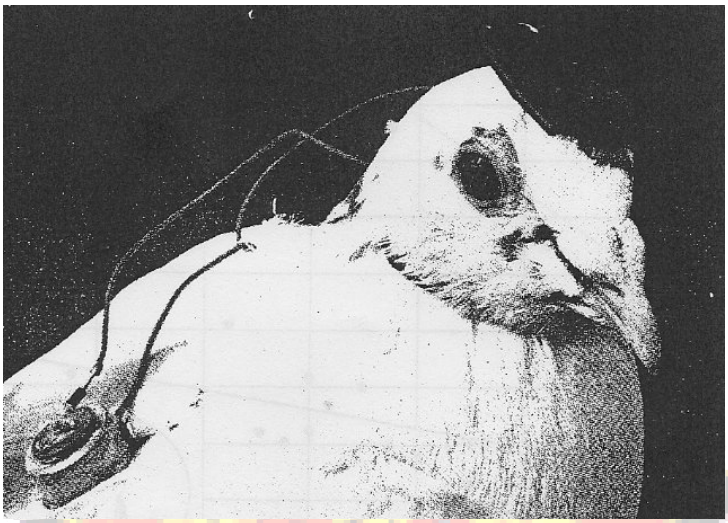


Percepción de la luz polarizada por la paloma, comprobada en el laboratorio del autor por Melvin L. Kreithen. Con electrodos para administrar shocks eléctricos y para detectar el ritmo cardiaco, la paloma es sujetada con una especie de arnés y colocada en una cámara giratoria. La luz se proyecta a través de un filtro polarizador en una montura rotatoria y luego a través de una pantalla de proyección no polarizánte. Parte de la luz entra en la cámara de aislamiento a través una ventanita y. llega alojo de la paloma. La luz viene a intervalos. En algunos ensayos, que también fueron determinados al azar, el filtro de polarización comienza a girar después de 11 segundos; en otros, no. se hizo así. Cuando el filtro gira, la paloma recibe un shock al final de la señal visual. Cuando el filtro no gira, no se produce shock. Después de un número de pruebas, el ritmo cardíaco de la paloma comienza a subir rápidamente al comienzo de la rotación del filtro polarizado, indicando que el pájaro es capaz de sentir el cambio en el plano de luz polarizada y prevé el shock que va a venir. Se muestran abajo registros de una serie de tests de una paloma. Las columnas coloreadas indican el intervalo durante el que gira el filtro de polarización. En los controles durante el intervalo correspondiente (a la derecha, línea de puntos) no tiene lugar rotación.

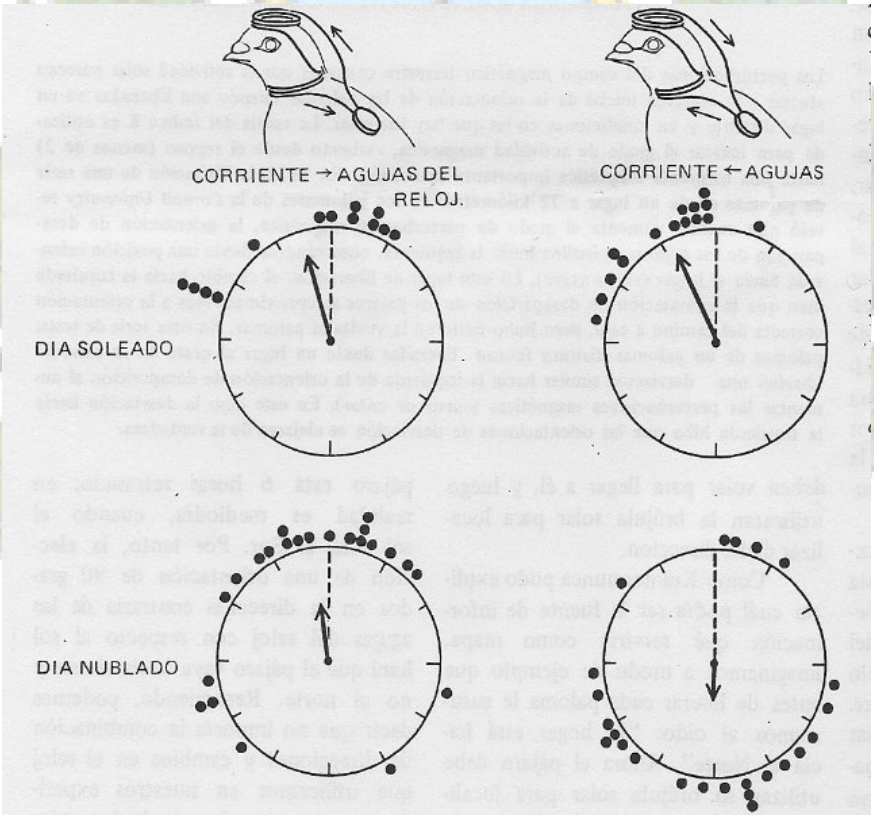
Decidimos en primer lugar revisar la vieja idea de que los pájaros podían obtener información direccional del campo magnético de la Tierra. Aunque se había conocido esta hipótesis durante más de un siglo, no existían pruebas a su favor y había muchas en contra .Con todo, nos pareció interesante examinarla de nuevo, ¡y lo fue!. Cuando repetimos los antiguos experimentos de poner barras magnéticas a las palomas para distorsionar el campo magnético que las rodea, descubrimos , como lo habían hecho otros antes que nosotros, que los pájaros no tenían ninguna dificultad para orientarse en los días de sol. Cuando realizamos las liberaciones de prueba en días completamente nublados, sin embargo, los pájaros que llevaban imanes solían desaparecer en direcciones al azar mientras que los pájaros control, que llevaban barras de latón del mismo tamaño y peso, encontraban el camino de casa correctamente. Algunos otros investigadores han repetido luego estos experimentos con los mismos resultados.

Más recientemente, Charles Wallcott, de la Universidad del estado de New York en StonyBrook, y su discípulo Robert Green, han dado un paso más. En vez de trabajar con barras magnéticas, pusieron en la cabeza de la paloma una pequeña bobina Helmholtz en forma de corona y otra alrededor del cuello como un collar. La energía proporcionaba una batería colocada en el dorso del pájaro. Este mecanismo permite inducir un campo magnético relativamente uniforme en la cabeza del pájaro.se puede hacer que la dirección del campo magnético inducido vaya hacia arriba o hacia abajo a través de la cabeza del pájaro simplemente uniendo la batería de modo que la corriente circule en las bobinas e el sentido de las agujas del reloj o en el contrario. Cuando el sol era visible, Walcott y Green descubrieron que la dirección del campo magnético inducido no afectaba a la capacidad de la paloma para orientarse hacia casa. Con el cielo totalmente nublado, sin embargo, la dirección del campo magnético incluido producía un efecto dramático: cuando el polo norte de una brújula situada en el campo inducido apuntaba hacia arriba, las palomas volaban en dirección casi totalmente contraria al hogar, mientras que cuando apuntaba hacia arriba el polo sur de la

brújula situada en el campo inducido, las palomas se orientaban hacia casa.



Bobinas de Helrnholtz en la cabeza y en el cuello de la paloma. Inducen un campo magnético uniforme a través de su cabeza. Las bobinas reciben corriente de una pequeña batería de mercurio en el dorso del pájaro. La dirección del campo inducido puede cambiarse simplemente invirtiendo las conexiones de la batería. La fuerza del campo magnético se puede variar controlando la cantidad de corriente que pasa a través de las bobinas.



Las palomas con bobinas Helrnholtz en las que la corriente discurre en un sentido contrario a las agujas del reloj (apuntando hacia arriba, el polo sur de una brújula situada en el campo magnético inducido) vuelan casi directamente hacia casa, haga solo esté nublado.
Cuando la corriente de las bobinas va en el sentido de las agujas del reloj (apuntando hacia arriba el polo norte de la brújula situada en el campo magnético inducido) las palomas vuelan hacia casa los días con sol, pero los días nublados se desvían casi 180 grados de la dirección del hogar. Estos resultados fueron

obtenidos en varios experimentos dirigidos por Ch. Walcott y R. Green, de la Universidad del Estado de Nueva York, en Stony Brook.

Nuestros resultados, junto con los de Walcott, sugieren que la información magnética puede desempeñar un papel en el sistema de orientación de las palomas. Esto coincide con el reciente descubrimiento de Friedrich Merkel y WolgangWiltischki, de la universidad de Frankfurt, de que los petirrojos europeos puestos en jaulas circulares pueden utilizar elementos magnéticos para orientarse en una dirección determinada. William Southem, de la Universidad del Norte de Illinois, ha señalado también que la orientación de las gaviotas de pico anillado está influenciada por la actividad magnética.

Recientemente Martín Lindauer y Hernán Marín, de la Universidad de Frankfurt, han demostrado que las abejas dan respuestas de orientación a fuentes magnéticas varios miles de veces más débiles que el campo magnético terrestre. Hasta hace pocos años los biólogos estaban debatiendo si había algún organismo que pudiera detectar un campo magnético tan débil como el terrestre (aproximadamente de medio gauss).

Las respuestas de las abejas de la miel a los estímulos magnéticos nos hacen pensar ahora si será una gamma, el límite más bajo. Ciertamente, un estudios que mis colegas y yo hemos realizado hace poco nos hace pensar que la sensibilidad de detección magnética de las palomas puede rivalizar con la de las abejas .en cuatro largas series de tesis durante un periodo de tres años hemos descubierto que las fluctuaciones de menso de 100 gammas (y probablemente de menos de 40 gamas) en el campo magnético terrestre , debidas a las tormentas solares y a las manchas solares, parecen producir un efecto pequeño , pero significativo , en la elección de las plomas de una orientación inicial en el lugar de su liberación.

La pregunta de cómo detectan los organismos los estímulos magnéticos aún no está contestada. Tenemos muy poca idea del aspecto que pueda tener un órgano sensorial magnético, o incluso en qué parte del cuerpo podríamos encontrarlo. Como el flujo magnético, puede pasar libremente a través del tejido viviente, los detectores magnéticos podrían estar en cualquier parte del interior del cuerpo. Ya ha comenzado en nuestro laboratorio y en otros de todo el mundo la búsqueda de esos detectores. Promete ser un reto comprometido.

Por excitante que pueda ser el descubrimiento de que el magnetismo desempeña un papel en los sistemas de orientación de las aves, estamos en cierto modo más atrás del punto de partida. El peso de las pruebas que tenemos hasta el presente sugiere que el magnetismo proporciona simplemente una brújula secundaria, y no el mapa buscado. De aquí que debamos continuar nuestra búsqueda. ¿Qué otras fuentes de información pueden tener los pájaros?.

Una posibilidad que viene fácilmente a la mente es esta era espacial es que los pájaros pudieran ser capaces de guiarse por inercia , que pudieran de algún modo detectar y registrar todas las aceleraciones angulares de sus viajes de ida hasta el lugar de la liberación, y luego integrarlas doblemente para determinar la dirección del hogar. Pese a lo llamativa que es esta posibilidad, todas las pruebas están en contra. Se han trasladado palomas hasta el lugar de su liberación en mesas giratorias o en cajas rotatorias , pero la adición de este "ruido" adicional de la inercia no tiene ningún efecto ; las aves se orientan hacia casa tan correctamente domo los pájaros control que no han recibido ese trato. Otras palomas que fueron llevadas al lugar de liberación están do dormidas con una profunda anestesia, fueron capaces de determinar la dirección del hogar sin dificultad.

Palomas con diversas lesiones quirúrgicas en los canales semicirculares – los principales detectores de la aceleración en los vertebrados- se orientan exactamente, tanto con sol como con tiempo nublado.

La hipótesis de que las palomas son capaces de usar información olfativa para la orientación ha sido defendida por Floriano Papi y sus colegas de la Universidad de Pisa.

La probabilidad de que esto sea así parece escasa, dado el desarrollo relativamente escaso del sistema olfativo de la paloma. Sin embargo Papi ha obtenido algunos resultados experimentales interesantes, y es demasiado pronto para emitir un juicio definitivo sobre esta hipótesis. Nosotros estamos realizando actualmente experimentos para comprobar sus ideas.

En este momento, el lector puede preguntarse por qué se ha dicho tan poco acerca de lo que pudiera parecer el elemento más obvio de las palomas mensajeras : las arcas familiares del terreno. La razón es que hay abundantes pruebas de que las marcas del terreno desempeñan un papel muy pequeño en el proceso de vuelta a casa. Cuando seguían a las palomas en avión, Waltott y su colega Martín Michener han advertido repetidamente que , cuando las palomas que vuelan con un rumbo incorrecto encuentran un área sobre la que han volado recientemente, raramente muestran algún indico de reconocer el territorio familiar. Algunos otros investigadores, incluidos miembros de nuestro grupo, han descubierto que las palomas a las que se les ha cambiado 6 horas el reloj interno, y liberado a menos de una milla de distancia de su hogar en un territorio sobre el que han volado diariamente durante el periodo de ejercicio, a menudo desaparecen con una desviación de 90 grados de la dirección del hogar. Solamente la visión directa del palomar tiene prioridad sobre lo que su sistema de orientación les informa; los edificios o los árboles próximos parece que no les sirven como punto de referencia en estas condiciones. De hecho, incluso la vista del palomar no siempre es efectiva, particularmente a distancias de un kilómetro o más.

Quizá los más convincentes de todos los experimentos sean los realizados por Schmidt-Koening y H.J.Schilichte, de la Universidad de Göttingen. Pusieron lentes de contacto mates sobre los ojos de las palomas, haciendo así imposible que los pájaros vieran ningún objeto que estuviera a unos metros de distancia. Estas palomas no sólo se orientaron bien hacia casa cuando fueron soltadas a 130km de distancia sino que también un sorprendente número de ellas llegó a casa. Schmidt-Koenig realizó algunos de sus experimentos en nuestros palomares de Cornell, y así tuve la oportunidad de observarlos directamente. Fue una experiencia muy interesante. Los pájaros llegaban amucha altura y bajaban hasta posarse en el campo alrededor del palomar. Al ser incapaces de ver el palomar, esperaban a que las recogiéramos y las transportáramos los últimos metros.

Estos resultados sugieren que el sistema de orientación de las palomas es a menudo bastante exacto como para señalar la situación del hogar casi exactamente sin necesidad de las señales conocidas del terreno; la visión solamente es necesaria para el acercamiento final, generalmente a una distancia de menos de 200 m.

Parece evidente, por todo lo que he dicho, que la labor de descubrir el sistema de orientación de las palomas tiene que ser difícil.

La vieja idea de que las aves utilizan un solo método para determinar la dirección del hogar ha dado paso a la seguridad de que probablemente intervengan componentes múltiples en el sistema, y que estos componentes se pueden combinar de varias maneras, dependiendo de factores como las condiciones atmosféricas, la edad y la experiencia del ave. Un elemento que promete ser útil para ayudarnos a separar los numerosos elementos del sistema es el estudio de la ontogenia del comportamiento de orientación. Por ejemplo, hemos descubierto que los imanes perturban la orientación inicial de las palomas muy jóvenes liberadas de su hogar por primera vez en su vida, aun cuando el sol sea visible. Además, los jóvenes que realizan el primer vuelo no pueden orientarse con el cielo totalmente nublado, incluso si han ido previamente liberados para ejercitarlos con un tiempo atmosférico inclemente. Parece entonces que las palomas mensajeras sin experiencia necesitan tanto la información del sol como la información magnética. Otras manipulaciones que producen escaso efecto en aves con experiencia también desorientan a las palomas que vuelan por primera vez.

Quizás con la experiencia las palomas aprendan a orientarse exactamente con menos información. O quizás la experiencia sea necesaria para permitir a las palomas establecer un esquema con el que puedan decidir qué hacer cuando reciben información contradictoria de diferentes fuentes.

Los primeros resultados de algunos experimentos actuales indican que entrenando a las plomas muy jóvenes en condiciones en las que restringimos mucho o eliminamos totalmente ciertos elementos

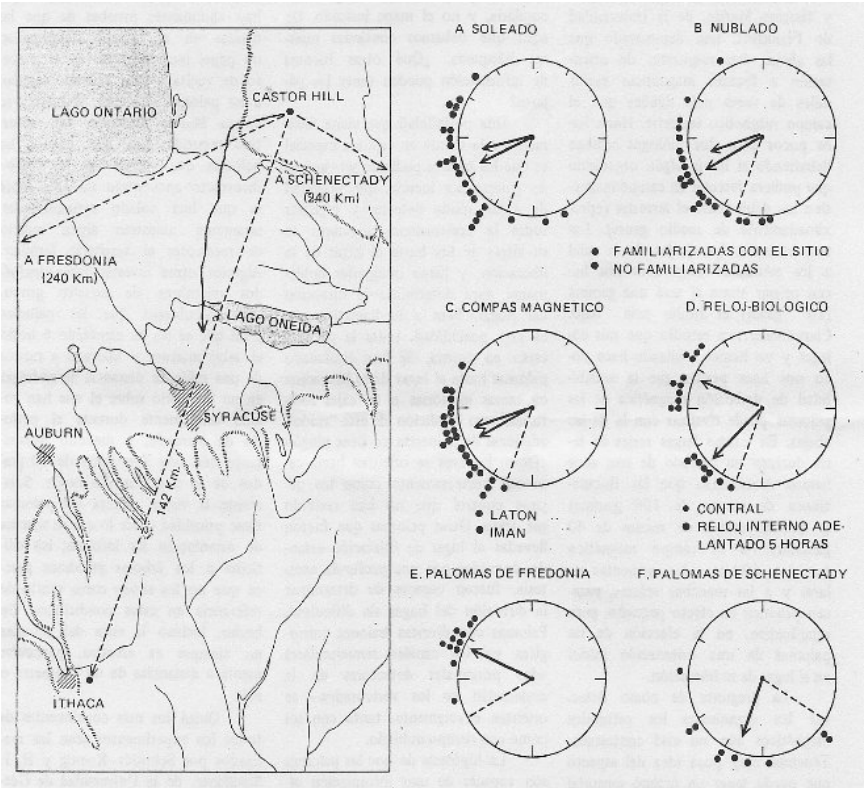
ambientales generalmente importantes, como el sol, podíamos ser capaces de inducir en los pájaros el establecimiento de esquemas para evaluar los elementos direccionales bastante diferentes de los normales. La habilidad de estos pájaros facilitaría mucho el desarrollo de experimentos diseñados para clarificar el papel de los elementos que no son normalmente difíciles de alterar.

Otro intento que tratamos de llevar a cabo ahora es informarnos más a fondo sobre la capacidad sensorial de las palomas. Cuanto más aprendemos, más nos convencemos de que las aves viven en un mundo sensorial muy diferente del nuestro. Por ejemplo, mi discípulo Melvin L.Kreithen ha demostrado recientemente que las palomas son muy sensibles a pequeños cambios de la presión atmosférica. Tal sensibilidad podría permitir a las palomas orientarse utilizando patrones de presión de la atmósfera. Kreithen y yo hemos obtenido recientemente pruebas experimentales de que las palomas pueden detectar el plano de polarización de la luz, lo que puede significar que las palomas, como las abejas, pueden continuar utilizando el sol como brújula en los días parcialmente nublados, cuando el disco solar está escondido de la vista , pero permanecen visibles algunas partes del cielo azul.

Se sabe desde hace mucho que la orientación escogida por las palomas en lugares de liberación distantes no está casi nunca dirigida directamente hacia el hogar, aunque lo esté básicamente.

Además, la orientación media de liberaciones repetidas en un lugar dado suele mostrar una considerable situación del camino a casa, existe, en efecto, una “deriva del lugar de liberación” relativamente estable, característica de cada lugar. En algunos sitios la deriva solamente es evidente en la orientación de desaparición observada visualmente. A menudo la deriva se hace menos pronunciada cuando se utiliza el seguimiento por radio, pero en algunos lugares la deriva es aún manifiesta cuando los pájaros abandonan el campo de la radio (entre 10 y 16km del lugar de liberación). Esperando que estas derivas pudieran ser una clave de los factores locales geofísicos, que proporcionasen por lo menos una parte del mapa informativo de las palomas, escogimos para estos estudios intensivos varios lugares de liberación en los que las derivas eran mayores de lo normal.

Uno de estos lugares es Castor Hill Fire Tower, situado a 143 km al norte-noroeste de nuestros palomares de Cornell. Desde aquí, nuestraspalomas generalmente parten con una orientación que se desvía unos 60 grados en el sentido de las agujas del reloj, de la dirección del hogar, (ver ilustración siguiente).



Castor-Hill está aproximadamente a 143 kilómetros al nordeste de los palomares de la Universidad de Comen, en Ithaca, N. Y.
En Castor Hill las palomas de Comen generalmente escogen una orientación inicial que se desvía en el sentido de las agujas del reloj de la verdadera dirección del hogar. Esto ocurre tanto los días de sol como los nublados (A y B); así, la diagonal característica no puede depender de la brújula solar. La desviación no es debida probablemente a la brújula magnética, ya que en condiciones con sol los pájaros con imanes escogieron la misma dirección que las palomas con barras de latón (C). Las palomas cuyos relojes internos han sido adelantados 5 horas escogen mejor la dirección hacia casa que las palomas normales, pero tienen menos éxito en alcanzar el hogar (D). Las palomas de otro palomar en Fredonia, N. Y., 240 kilómetros al oeste de Ithaca (E), y palomas de Schenectady, N. Y., 240 kilómetros al este de Ithaca (F), escogen direcciones también desviadas en el sentido de las agujas del reloj respecto a la verdadera orientación hacia casa. Parece que la desviación es una función del sitio y no de las palomas.
El cambio real de vuelo de las palomas normales de Comell soltadas en Castor Hill y seguidas desde un avión se muestra por la línea coloreada en el mapa.

En una larga serie de experimentos, hemos descubierto que esta deriva en el sentido de las agujas del reloj es evidente no sólo con palomas experimentadas nuevas en el lugar, sino también con palomas que han sido liberadas en este sitio antes. Aparece la misma deriva en el primer vuelo hacia el hogar de palomas jóvenes. Se observó tanto en días de sol como en días nublados, de modo que aparentemente nada tenía que ver con la brújula solar, y se descubrió también en palomas que portaban imanes, así que probablemente tampoco tenía nada que ver con la orientación magnética. Se descubrió incluso cuando las palomas llevaban lentes de contacto que les impedían ver; así que tampoco podía depender de la visión de las palomas.

Golondrinas salvajes de las costas capturadas cerca de Cornell y liberadas en Castor Hill mostraron la misma deriva en el sentido de las agujas del reloj, indicando que el factor desviación, cualquiera que fuese, afectaba a otras especies de aves de la misma manera. Las palomas tomadas de palomares a 240km al este y al oeste de Cornell y liberadas en Castor Hill muestran una deriva semejante de partida con respecto a su casa. Finalmente palomas a las que se había adelantado 5 horas su reloj interno, van casi directamente hacia casa desde Castor Hill, pero sin embargo tenían un éxito menor en la llegada al hogar que las plomas de control, que parten con la deriva normal de 60 grados. En un experimento conjunto con Wallcott, palomas normales con transmisores de radio atados fueron seguidas en avión después de haberlas liberado en castor Hill. Descubrimos que los pájaros cambiaban a una dirección más orientada hacia el hogar cuando se encontraban aproximadamente entre 23 y 30 km al oeste de castor Hill. Puede ser que los pájaros con el reloj cambiado, que tienen menos éxito en su regreso, realicen un giro equivalente cuando están a una distancia parecida de lugar de liberación, y de este modo de alejen del hogar. Esperamos saber pronto si es así.

Concluiremos, pues, que la desviación en la orientación inicial de los pájaros no es un error biológico, que no es debida a alguna peculiaridad de las aves, sino a una peculiaridad del lugar. Los pájaros están probablemente interpretando el mapa correctamente, pero el mapa mismo tiene reloj equivocado en Castor Hill. Quizá si lográramos saber qué factores geofísicos son los responsables de esta distorsión del mapa, estaríamos por fin en el camino para comprender el antiguo misterio de cómo vuelven a casa las palomas.

Autor William T. Keeton
Diciembre de 1974

Traducido para "en forma" por Daniel Riera - Club Colombófilo Avilesino.