

Comunicación
Migraciones, Comunicación y Neuromagnetismo
Animal

Dr. Emilio J. Gimeno

11 de octubre de 2012

Temario

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO

MICROBIOS MAGNÉTICOS (Magnetotaxis)

DESCRIPCIÓN DE LA MAGNETOCEPCIÓN ANIMAL

LA ORIENTACIÓN ANIMAL

- Pájaros
- Peces y animales acuáticos
- Insectos
 - Hormigas:
 - Abejas
 - Mariposas
- Mamíferos terrestres

ACTIVIDAD NEUROELÉCTRICA EN EL HOMBRE

ENCEFALOGRAMA (EEG)

BRAIN COMPUTER INTERFACE (BCI)

LA COMUNICACIÓN ANIMAL

Clasificación de formas de comunicación: Vocales-auditivas, gestuales y posicionales, táctiles, químicas

LA COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON LOS SIMIOS

COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON EL CABALLO

¿Cómo se comunican los perros?

- *Señales auditivas*
- *Señales visuales*
- *Señales olfatorias*

¿Saben los perros cuando estamos tristes?

¿Cómo piensan los perros?

CONCLUSIÓN

INTRODUCCIÓN

Desde 1972, por trabajos de Lindauer y Martin se reconoce como magnetocepción, magnetorrecepción o magnetotaxis, al sentido mediante el cual los seres vivos detectan el campo magnético terrestre, para percibir orientaciones, altitudes y ubicación. Ello ocurre en bacterias, insectos como abejas y hormigas, animales marinos como distintos peces, tiburones, tortugas y langostas, en animales terrestres tanto salvajes como domésticos, por ejemplo, elefantes, perros, caballos y rumiantes, así como en diversos pájaros, como palomas y diversas especies migratorias. Incluso, con el EEG, la energía electromagnética aparece en el hombre y además en los últimos años debemos considerar en la neurología animal, la propiedad de descubrir la magnetorrecepción, como una combinación de mecanismos de la sensibilidad, en los que se incluyen la visión, el olfato, el oído, para comunicarse, orientarse o migrar eficientemente. Si bien la magnetocepción era conocida, desde hace años, no así la identificación de capacidades sensibles con la conexión cerebral, para crear una especial percepción de funcionamiento en los centros cerebrales, que repercuten en la conducta de los animales.

Debemos comenzar, diciendo que la magnetotaxis, se expresa

porque en las células existen partículas que responden sensiblemente a las líneas magnéticas de la tierra, observable especialmente en bacterias.

Los avances recientes han abierto este aspecto y permiten comenzar a estudiar, estos fenómenos de magnetotaxis y neuromagnetismo, con mayor seriedad, para identificar hechos que son observados en la realidad desde tiempo, pero que no eran siempre comprendidos, por la falta de elementos certeros, para demostrar experimentalmente, dentro del cuadro neurológico, la sensibilidad hacia campos magnéticos uniendo así, la percepción magnética, con la acción neurofisiológica vinculante.

Referencia

1. Lindauer M. & H. Martin, Animal Orientation and Navigation. In Galler S.R. et al. 559/1. 1972

DEFINICIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO

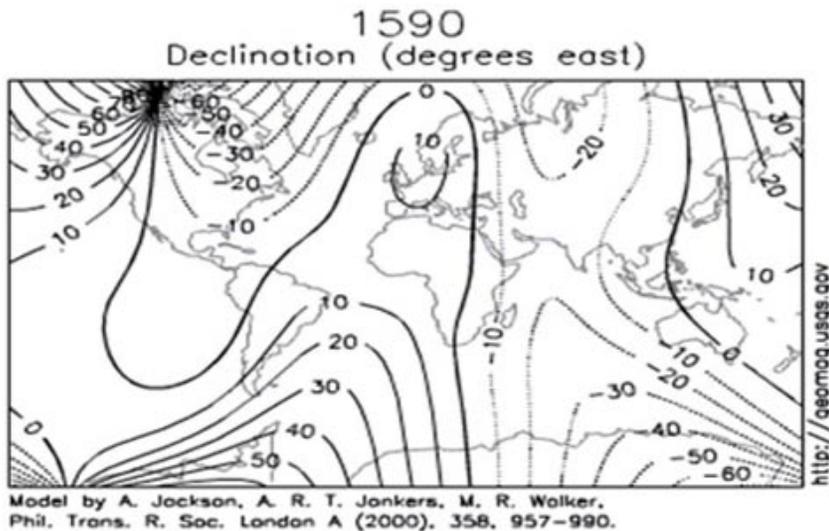


Figura 1. Mapa del mundo de la declinación magnética en 1590 hasta 1990. Fuente: Wikipedia

El *geomagnetismo* se ocupa del estudio del campo magnético terrestre, (también conocido como el campo geomagnético) que es el área magnética que se extiende desde el núcleo interno de la Tierra (capa sólida compuesta por aleación de hierro y níquel), hasta su confluencia con el viento solar, una corriente de partículas de alta energía que emana del Sol. Es aproximadamente el campo de un dipolo magnético inclinado en un ángulo de 11 grados con respecto a la rotación del eje, como si hubiera un imán colocado en ese ángulo con el centro de la Tierra. Sin embargo, a diferencia del campo de un imán de barra, el campo de la Tierra cambia con el tiempo porque en realidad es generado por el movimiento de las aleaciones de hierro fundido en el núcleo externo de la Tierra (la geodinámica). El Polo Norte magnético se «pasea», lo suficientemente lento como para que la brújula sea útil para la navegación. A intervalos aleatorios (un promedio de varios cientos de miles de años) el campo magnético terrestre se invierte (los polos geomagnéticos norte y sur cambian lugares entre sí.) Estas inversiones dejan un registro en las rocas que permiten a los paleomagnetistas calcular los movimientos pasados en los continentes y los fondos oceánicos como consecuencia de la tectónica de placas.

MICROBIOS MAGNÉTICOS (MAGNETOTAXIS)

La síntesis y función de los magnetosomas interesa a los microbiólogos para completar nuestro conocimiento sobre las células y puede proporcionar un modelo para explicar la formación de óxidos de hierro similares en pájaros, insectos y otros animales. La ecología de los microbios magnéticos puede suministrar

además una herramienta a los científicos que estudian el campo magnético terrestre. Las bacterias magnetotácticas también podrían ayudar a comprender la evolución. Normalmente el campo magnético de la Tierra repele una parte de los gases ionizados que emanan continuamente del Sol. Durante una inversión magnética la Tierra es golpeada por una cantidad de estas radiaciones, lo que podría conducir a un aumento de las mismas. La orientación de las bacterias magnetotácticas fosilizadas en relación a los mutantes fósiles podría ayudarnos a saber si las inversiones magnéticas afectan a la evolución.

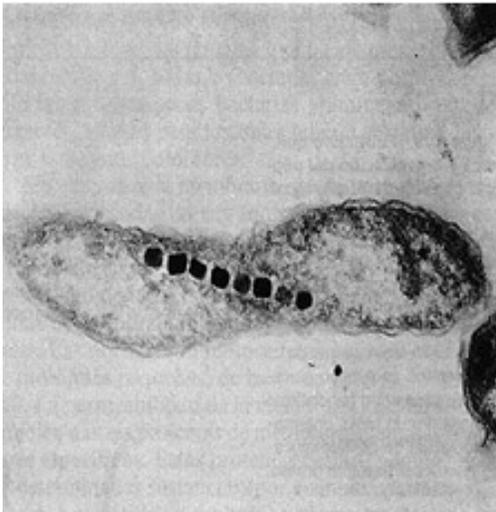


Figura 2. Bacteria *Aquaspirillum magnetotacticum*

Referencia

2. Blakemore, Richard R. Magnetotactic Bacteria. Annual Review of Microbiology 36: 217-238. 1982
- 3 Urban, James. Adverse effects of microgravity on the magnetotactic bacterium *Magnetospirillum magnetotacticum*. Acta Astronautica 47 (10): 775-780. 2000

DESCRIPCIÓN DE LA MAGNETOCEPCIÓN ANIMAL

El Dr. Michael Walker de la Universidad de Auckland (NZ), descubrió que células del cerebro conectadas a la cavidad nasal de los peces podían estimularse por campos magnéticos. Posteriores investigaciones mostraron que el tejido nasal recogido del atún, también contenía magnetita. En una nueva investigación, del Dr. Michael Winklhofer y otros colegas de la Universidad de Munich, en el 2008, aislaron magnetita de las células nasales de la trucha arco iris, y expusieron esas células a campos magnéticos. Se observó que una de cuatro células entre 10.000 aisladas, respondían a los campos magnéticos expuestos. Dentro de dichas células nasales, se encontraron cadenas de magnetita que actuaba como aguja de brújula, siguiendo a campos magnéticos. Las células animales "in vivo" no son capaces de anidarse libremente como lo hacen en un cultivo, pero la acción de la magnetita causa cambios en la membrana celular permitiendo a partículas cargadas moverse entrando y saliendo de las células. Esa carga puede activar impulsos eléctricos que son producidos en el cerebro. Los investigadores están actualmente observando si el Calcio juega un rol en este mecanismo.

Referencia

4. Animal Navigation: Seminar on Magnetic Sense. The Liggins Institute- University of Auckland , NZ. 2009
5. Edera SHK, Cadiou H, Muhamad A, McNaughton PA, Kirschvink JL & Winklhofer M. Magnetic characterization of isolated candidate vertebrate magnetoreceptor cells. Proceedings National Academy of Sciences (PNAS). July 9, 2012. DOI: 10.1073/pnas.1205653109

El mecanismo íntimo de la magnetocepción en los seres vivos no es bien conocido, y existen dos principales teorías para explicar el fenómeno. Una es la existencia de proteínas fotosensibles llamadas cryptocromos que están relacionadas con la marca del ritmo circadiano diario en plantas y animales. Estas proteínas expuestas a la luz dentro del rango azul, se activan formando un par de radicales (moléculas con un electrón libre), originados por el aminoácido triptofano que cede un electrón a la proteína FAD (Flavina adenina dinucleótido). Estas proteínas cryptocromos están siendo relacionadas con actividad lumínica y sensibilidad magnética en diversas especies. Se investiga en la mosca *Drosophila melanogaster*, los fotorreceptores sensibles a la UV y al rango azul de la luz, para observar como influyen los cryptocromos en sus comportamientos. Incluso se logró que cryptocromos mamíferos, de origen humano 1(HsCRY1) extraído de la retina, se transplantaran a una forma transgénica de *Drosófila*, que desarrollándose en la oscuridad podía posteriormente ser activada por la luz y de esa manera demostrar que las moscas con la proteína humana, detectaban y respondían a la fuerza eléctrica generada por el campo magnético.

Otra teoría que trata de explicar la magnetorrecepción es la del ferromagnetismo, que se observa claramente en el fitoplancton y bacterias, que contienen cadenas de cristales ferromagnéticos como magnetita (Fe_3O_4) o greigita (Fe_3S_4). Por efecto de estos compuestos, los organismos se alinean en su posición espacial, con el campo magnético. En las abejas la magnetita está imbuida en la membrana celular de algunas neuronas, que se cree, se reorientan siguiendo el campo magnético. Ello ocurre también en pájaros, salmones y tortugas. En otros animales,

como las truchas, el Fe_3O_4 , se ha encontrado, cerca de nervios que se piensa, responden al estímulo magnético.

Se observa en numerosos pájaros, que su comportamiento migratorio cambia cuando se experimentan diversos cambios en las variaciones de la longitud de onda lumínica. Al cambiar la frecuencia de los fotones de luz, ello genera activación de las moléculas que actúan en la magnetorrecepción. Experimentos de Witschko et al. (2011), confirmaron que pájaros, tortugas marinas y langostas marinas, se ven afectados en su migración por cambios magnéticos, originados por cambio de longitud de onda de luz. Los receptores magnéticos se los ubica en ojos, orejas, nariz. Hasta ese momento, no había clara evidencia de la conexión con centros nerviosos superiores del cerebro. Trabajos, de Le-Qing Wu et al. (2012) revelaron en la paloma la presencia de unas células, con cristales de magnetita en la lagena coclear que observaron, estaban íntimamente relacionadas con unas 300 neuronas en el cerebro, y que recibirían información para detectar la inclinación angular y el campo magnético, en los vuelos de orientación y migración de los pájaros. Ello, es un reciente hallazgo, muy importante para aclarar la relación neurológica, con la magnetocepción animal.

Referencia

9. Edera SHK, Cadiou H, Muhamad A, McNaughton PA, Kirschvink JL & Winklhofer M. 2012. Magnetic characterization of isolated candidate vertebrate magnetoreceptor cells. *Proceedings National Academy of Sciences (PNAS)*. July 9, 2012
- 10 Le-Qing Wu & J. David Dickman. Neural Correlates of a Magnetic Sense. *Science* 336 : 1054-1057. May 25, 2012
11. Witschko W., Witschko R. & J. Phillips. Magnetorreception. *J. Exp.Biol.Sep.15*. 2011

LA ORIENTACIÓN ANIMAL

• Pájaros

Los conductistas han estudiado en los pájaros, controles endocrinos y mecanismos de navegación relacionados con la migración, gracias al estudio de lo que los etólogos llaman, *zugunruhe*. (inquietud migratoria). La migración de los animales parece ser un fenómeno instintivo, donde intervendrían mecanismos neurofisiológicos heredables y adquiridos por un largo proceso de selección natural. Muchas veces las migraciones están relacionadas con determinados acontecimientos, como las estaciones o las fases de la luna. Antes de emprender una migración, las aves engordan y están inquietas, el momento exacto de la partida depende de condiciones ambientales, como los cambios de temperatura o disminución de alimentos.

Un gran número de especies de aves cambian regularmente de hábitat, dos veces por año; estas migraciones les hacen recorrer miles de kilómetros. La migración cumple distintas finalidades. Hay especies que lo hacen para alejarse de inviernos en extremo rigurosos o veranos tórridos; otros lo hacen buscando un lugar apropiado para su reproducción, o para huir de sus depredadores; otras especies lo hacen para procurarse alimentos.

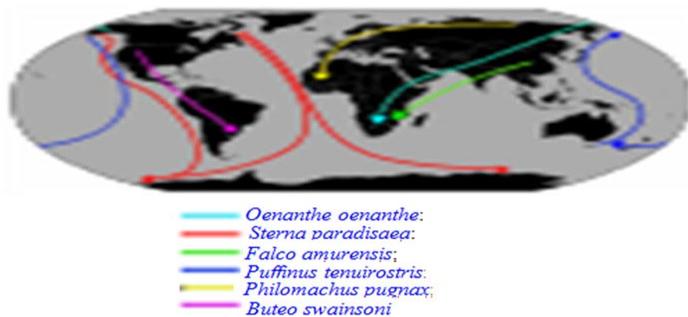


Figura 3. Algunas rutas migratorias de pájaros

Los movimientos estacionales de los animales, constituyen uno de los comportamientos más reconocidos como observaciones, pero poco conocidos en sus fundamentos. Los animales migratorios usualmente utilizan las mismas rutas año tras año, de generación en generación. Así como los animales terrestres cruzan montañas, ríos y extensos territorios a lo largo de trayectos muy largos, los pájaros por el cielo, como también murciélagos e insectos vuelan a lo largo de grandes distancias, algunas veces cruzando continentes enteros u océanos. Aves como las golondrinas, silvinos o la cigüeña blanca, viven en Europa en el verano y pasan el invierno en el sur y centro de África. El chorlito dorado chico (*Pluvialis dominica*) llega a la llanura Pampeana argentina en septiembre y pasa allí el verano. Al llegar el otoño regresa a su zona de reproducción y cría en la tundra ártica. Recorre en su migración 24.000 km entre ida y vuelta. Es casi seguro que cada bandada de aves de determinada especie, toma rigurosamente el mismo camino todos los años y pasan siempre por los mismos lugares a la misma hora del día. Lo único que cambia es la fecha de partida, lo que depende entre otros factores, de la temperatura, de la duración efectiva del día y de la abundancia o escasez de alimentos.

¿Cómo explicar este tipo de orientación a distancia? Se sabe que las aves migratorias generalmente bordean las costas, lo que demostraría la importancia de las señales topográficas fijadas en su memoria. Las travesías marinas son acortadas en la medida de lo posible, gracias al empleo de las islas, sin embargo, el mecanismo de memorización continúa siendo desconocido. Los nuevos conocimientos de la magnetorrecepción, los relacionan con la luz, según la dirección del Sol, teniendo en cuenta la hora del día y su

relación con campos magnéticos. El problema de las migraciones no es esencialmente diferente del relativo al retorno individual al nido (golondrinas de mar y palomas mensajeras). En las palomas, se ha observado que se orientan más correctamente en días nublados, mientras muestran más dificultades para orientarse en días soleados. Ello pone de manifiesto la relación con la luz, y la acción sobre el pájaro para conducirse y detectar los campos magnéticos. En muchos pájaros se han detectado células, como en el trabajo de Le-Qing Wu y J. David Dickman (2012)(10) ya mencionado, que descubren en la coclea de las palomas, compuestos de magnetita cerca del pico y criptocromos en las zonas de los ojos, con vinculaciones nerviosas con el cerebro, que les permitirían orientarse en la noche y en días nublados.

Referencia

12. Johnsen S., Mattern E. & T. Ritz. Light-dependent magnetoreception: quantum catches and opponency mechanisms of possible photosensitive molecules. *J. Exp. Biol.* 210: 3171-3178. 2007
13. Thalau P., Ritz T., Burda H., Wegner R. & R. Wiltschko. The magnetic compass mechanisms of birds and rodents are based on different physical principles. *J. Royal Soc. Interface* 3: 583-587. 2006.

● Peces y animales acuáticos

En 1974 Adrianus Kalmijn, descubrió que los tiburones y rayas, conocidos como peces elasmobranquios, poseían muchos canales que comenzaban con poros en la piel y terminaban dentro del cuerpo. En el interior de los canales había una jalea que funcionaba como cables eléctricos y los mismos terminaban en una ampolla llamada de Lorenzini. La ampolla tiene un umbral de detección de $2\mu\text{V/m}$, que como campo eléctrico representaría el producido por una batería de 1,5 V, cuyos polos estuviesen sepa-

rados por 750 Km. Cuando un tiburón se mueve horizontalmente en el océano a 1m/s, (dos millas por hora), lo hace bien arriba del umbral de detección de su piel. Las corrientes oceánicas cursan el campo magnético de la Tierra, creando corrientes eléctricas que son detectadas por tiburones y rayas, creyéndose que son inductoras de sus orientaciones y migraciones.

Las migraciones de las ballenas son encabezadas por las hembras y se realizan en pequeños grupos de dos a diez individuos. Las hembras abren la marcha con sus ballenatos y son acompañadas por individuos más viejos y más jóvenes. Estos últimos son todavía inmaduros y no están en edad de procrear. Los machos reproductores cierran la marcha con las hembras en descanso de ciclo (recordemos que las ballenas tienen una cría cada dos o tres años).

La cohesión social es muy fuerte en la especie. Por ello, las ballenas que no tienen una función de reproducción, ayudan a las otras ballenas, protegen a las crías, etc. Se las conoce bajo el nombre de "escoltas" o "tías".

Las ballenas se orientan en sus desplazamientos gracias a la sensibilidad de su piel que les permite diferenciar la temperatura del agua y así identificar las zonas en las que se encuentran. También se orientan gracias a las variaciones de la fuerza magnética que varían según los lugares del globo. La Ballena Franca, como todas las grandes ballenas, realiza migraciones a lo largo del año en relación con su alimentación (migración trófica) y en relación con su reproducción (migración sexual o reproductora). Las rutas seguidas no son bien conocidas por los científicos. En el caso de las ballenas francas australes, se sabe por lo menos que uno de los destinos de la migración es la zona de reproducción y cría en las aguas de península Valdés. La llegada se va incrementando paulatinamente

con el correr de los meses hasta llegar a un pico de concentración en los meses de septiembre y octubre. A partir de allí los ejemplares empiezan a abandonar la zona, permaneciendo por más tiempo las hembras con cachorros. Los últimos se irán en el mes de diciembre. Ocasionalmente se ha registrado la presencia de ejemplares solitarios durante los meses de verano o a principios del otoño. Son generalmente animales jóvenes y se ignora el motivo por el cual no han migrado con el resto hacia las zonas de alimentación.

Referencia

14. Kalmijn, A. J. 1974. ... Kalmijn, A. J. 1981. Biophysics of geomagnetic field detection. IEEE Trans. Magn. 17, 1113-1124.
Kalmijn, A. J. 1982.

• Insectos

-Hormigas: Se deduce de las experimentaciones que el animal marcha de manera que la imagen del Sol dé siempre sobre el mismo lugar de su ojo. Esto es posible merced a la estructura particular del ojo de los artrópodos, de los cuales los insectos forman un subgrupo sumamente numeroso e importante. Este ojo es facetado, correspondiendo a un número igual o casi igual de ojos parciales independientes (omatidios). Es pues, posible, obtener una excitación local por medio de un rayo de Sol y es lícito preguntarse qué sucede en tiempo nublado o en la oscuridad. Los resultados del estudio siguiente, fueron destacados en un artículo publicado recientemente (Thalau et al., 2006), en el que participaron varios centros de investigación relacionados (Agencia CyTA-Instituto Leloir de Argentina, el Centro Brasileiro de Investigaciones Físicas (CBPF) y la Universidad Técnica Manchen y la Universidad Ludwig-Maximilians, de Alemania, 10/08/09).

La investigación fue hecha con especies de *Pachycondyla marginata*, una hormiga negra emigrante de cerca de un centímetro de largo y que puede ser encontrada en Brasil y algunos países vecinos. Se descubrió que las antenas de estas hormigas tiene una gran cantidad de partículas magnéticas que pueden funcionar como sensores para detectar la ubicación de los llamados polos geomagnéticos de la tierra (polo norte y polo sur). La función magnética de las antenas explicaría en parte, por lo menos para las hormigas, la influencia que tiene el campo geomagnético de la Tierra, en la orientación de las mismas, que les sirvan para manejarse en su hábitat. Las hormigas, pueden transformar la atracción magnética en señales neuronales que el sistema nervioso conduce hasta el ganglio central del insecto.

Pese a que la llamada magnetorrecepción ha sido estudiada y confirmada en diversos casos, hasta ahora se desconocían los mecanismos que permiten a los insectos percibir el campo magnético y transmitir esa información al ganglio encefálico. El estudio referente refuerza la hipótesis de que esa sensibilidad al campo magnético, por lo menos en las hormigas, obedece a la presencia de las partículas magnéticas (magnetita) en estructuras conectadas al sistema nervioso de los insectos.

La investigación mencionada, descubrió que las hormigas migratorias de la especie estudiada, avanzan en ángulos de cerca de 13 grados con respecto al eje magnético norte-sur de la Tierra.

La investigación analizó, tres minúsculos pedazos de las antenas de las hormigas que están conectados al sistema nervioso del insecto, en segmentos cada uno de apenas 0,1 milímetros. Estas partes fueron divididas en secciones y observadas a través del microscopio electrónico. Se detectaron varios tipos de óxido

de hierro (magnetitas) que son materiales magnéticos, junto a partículas no magnéticas como aluminio y silicio. La cantidad de partículas magnéticas halladas es suficiente para funcionar como sensor y les permite a las hormigas captar los campos magnéticos.

Referencia

15. Thalau P., Ritz T., Burda H., Wegner R. & R. Wiltschko. The magnetic compass mechanisms of birds and rodents are based on different physical principles. *J. Royal Soc. Interface* 3: 583-587. 2006

-Abejas: No cabe duda de que la abeja se orienta con ayuda de señales externas, y numerosas observaciones indican que es su sentido visual, el que las guía. Actividad espontánea, fue registrada desde neuronas observadas, en ganglios de la región abdominal de la abeja. Treinta por ciento en la modulación de la intensidad del componente horizontal del campo magnético, provocó cambios en la excitación de unidades neuronales. En las abejas, dos clases de neuronas fueron identificadas, confirmado su actividad por análisis estadístico. La actividad electrónica, en materiales como pelos y cerca del exoesqueleto de la abeja, aparecen activas, ante (SPM) magnetita. Se propone la hipótesis que en la magnetorrecepción, la magnetita opera como un amplificador ante las inducciones externas del campo magnético. La amplificación magnética debe influir, en neuronas en regiones, del cuerpo de la abeja cerca de la magnetita.

Referencia

16. Modulation of spike frequencies by varying the ambient magnetic field and magnetite candidates in bees (*Apis mellifera*). Schiff H. *Universitá de Torino – Comp.Biochem. Physiology*. 100 (4): 975-85. 1991

-Mariposas: Las mariposas monarcas (*Danaus plexippus*) efectúan viajes cuya duración excede la de la vida de cualquier mariposa, (evoluciona en 4 días como huevo, 2 semanas como oruga, 10 días como crisálida y 2-6 semanas como mariposa). La manera en que la especie es capaz de volver a los mismos sitios de invernada tras varias generaciones aún se investiga; los patrones de vuelo son heredados, basados en una mezcla de ritmos circadianos y la posición del sol en el cielo, que captan sus neuronas del ganglio encefálico, como un verdadero compás de navegación. Es uno de los pocos insectos que logra realizar travesías transatlánticas. Es quizás la más conocida de todas las mariposas de América del Norte. Unas cuantas mariposas monarca llegan al suroeste de la Gran Bretaña y a España en los años de vientos favorables. Realiza migraciones masivas hacia el sur, de agosto a octubre, mientras que migra hacia el norte en primavera. Las hembras depositan los huevos de la siguiente generación en esas migraciones, en las que muchas nacen y otras mueren durante el tiempo de la navegación.

Referencia

17. Fernández Haeger J. & D. Jordano Barbudo.. SHILAP Revista. lepid., 37 (148): 421-438 diciembre, 2009

● Mamíferos terrestres

En mamíferos, se ha investigado la magnetocepción en ratas, ratones, murciélagos, caballos y perros. La actividad de sensibilidad vinculada con el campo magnético, alcanza también a las vacas en las observaciones. Es común observar la cualidad de las vacas de orientarse para comer y dormir con inusual frecuencia en dirección norte-sur, con un hasta ahora desconocido "sentido

magnético". Esta cualidad fue registrada por investigaciones de Sabin Begdall de la universidad de Duisburgo-Essen, en Alemania. Los resultados de dicha investigación aparecen en la revista científica "Proceedings" de la Academia de Ciencias (PNAS), de Estados Unidos, en el número del 9 de Septiembre del 2008. Los científicos del equipo de Begall descubrieron el fenómeno a partir de fotos satelitales extraídas de Google Earth. Los científicos analizaron la conducta de 8.510 bovinos en 308 campos de pastoreo en todo el mundo: en América Latina, Norteamérica, Rusia, Asia y África. Entre las investigadas estuvieron incluso "vacas sagradas" de la India. Directas observaciones en ciervos revelan también, que esos animales, orientan sus cabezas hacia el Norte cuando pastan o descansan. Sorpresivamente este fenómeno de ubicuidad no parece ser muy atendido por ganaderos, rancheros y hombre de campo. Vientos y condiciones lumínicas, controlados en la investigación de la Universidad de Duisburgo-Essen, deben ser excluidos como un común dominador determinante de la orientación axial del cuerpo. El alineamiento magnético parece ser la más satisfactoria explicación. Como hipótesis, el ganado vacuno orienta su cuerpo a lo largo de las líneas del campo magnético terrestre. Cuando se analizó la orientación del cuerpo en localidades con alta declinación magnética, el norte magnético fue mejor predicho que el Norte geográfico. Estos estudios relevan el alineamiento magnético en grandes animales mamíferos, avalado por observaciones con muestras de suficiente representatividad estadística. Las conclusiones abren horizontes para el estudio de la magnetorrecepción que en general son de importancia para la etología aplicada (husbandry, animal welfare). Es un desafío para neurocientíficos y biólogos la explicación de estos mecanismos.

Referencia

18. Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants» (en inglés).
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106 pp. 5708–5713. Mar, 2009.
19. Biology: Electric cows. Nature 458 (7237): 389. 2009

ACTIVIDAD NEUROELÉCTRICA EN EL HOMBRE

El biólogo italiano Luigi Galvani en 1791, descubrió por primera vez que había actividad eléctrica en el organismo, cuando se contraía un músculo animal. La corriente eléctrica se vio que era la expresión que demostraba el transporte de mensajes de las sensaciones del mundo externo, a la medula y al cerebro y de éstos se emitían órdenes también eléctricas a los músculos y órganos. En la década de 1920 el inglés Edgard Douglas Adrian pudo registrar y amplificar los potenciales eléctricos que se propagan a través del axón. Al tocar la piel, se genera un potencial de acción y cada vez que se genera un potencial de acción, hay algún tipo de reacción, motora, sensitiva o "mental". Adrián fue el primero en registrar el pulso eléctrico en un graficador. Se vio que el potencial de acción duraba 1/1000 de segundo y su gráfico contaba con dos componentes, uno rápido ascendente y luego del pico, otro descendente de igual duración. Con esto se demostró que todos los picos generados por cualquier célula nerviosa son prácticamente iguales en forma y amplitud, independiente de su especialidad funcional, sea visual, auditiva o de dolor y que las neuronas no se diferencian mayormente por sus potenciales de acción. La diferencia cualitativa depende entonces del tipo de

célula y de las fibras que las relacionan. Cada tipo de sensación dependía como ya había previsto Cajal, del tipo de célula específica y del tipo de conexión de las fibras que las conecta.

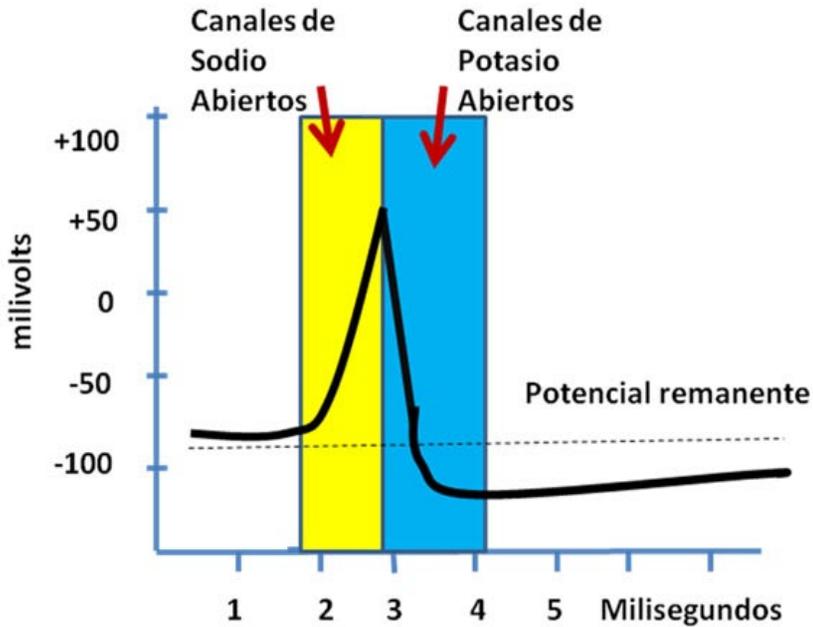


Figura 4. Gráfico de Potencial de acción y flujo de iones de potasio y sodio en la neurona

Más allá de estas observaciones se deben definir los avances de la neurociencia en el conocimiento de la electricidad del cerebro.

La actividad eléctrica de las células nerviosas activas, produce corrientes que se expanden a través de la cabeza. Esas corrientes llegan al cuero cabelludo de la cabeza y la resultante de la diferencia de voltaje, puede ser registrada comúnmente como electroencefalograma (EEG). Las corrientes producidas dentro de la cabeza crean campos magnéticos que pueden ser medidos arriba del cráneo como magnetoencefalograma (MEG). La EEG y MEG

reflejan la actividad eléctrica cerebral con una resolución temporal de un milisegundo (ms) y representan la más directa correlación obtenible de un proceso cerebral en línea no invasiva. Lamentablemente la resolución espacial de estos métodos está limitada por razones físicas. Aún con ínfimas cantidades de EEG y MEG registradas alrededor de la cabeza, son ambiguas las localizaciones específicas de centros responsables de actividad cerebral.

ENCEFALOGRAMA (EEG). Consiste en la captación de señales eléctricas que emite el cerebro, por aparatos llamados encefalógrafos, y que registran la frecuencia de las diversas ondas emitidas. La frecuencia de las ondas cerebrales llega a 35 Hz por segundo y se han clasificado en beta, alfa, teta y delta.

Las alfa, de una frecuencia entre 8 y 13 Hz se asocian al estado de relajamiento con ojos cerrados. Se pierden al abrir los ojos.

Las beta tienen alrededor de 14 Hz y se asocian al estado de alerta o atención, observando que si superan los 25 Hz o betas altas, están unidas a la agresividad y ansiedad.

Las teta son las de frecuencia entre 4 y 7 Hz y aparecen en la etapa de transición entre la vigilia y el sueño.

Las delta por debajo de los 4 Hz se asocian al sueño profundo.

El ERP es una medida por EEG de la actividad eléctrica del cerebro, que refleja por miles de procesos continuos y simultáneos, la respuesta cerebral a ciertos estímulos o eventos, usualmente no es visible por EEG. Uno de los usos más destacados de la ERP es la llamada respuesta al estímulo impredecible. La respuesta conocida a P300 (o simplemente P) es la que manifiesta un desvío positivo en el voltaje de aproximadamente 300 milisegundos luego que el estímulo es presentado.

En el California Institute of Technology (CALTECH) en Pasade-

ra se descubrió que los humanos poseen una fina placa de cristal de magnetita en el hueso etmoides, ubicado entre los ojos y justo detrás de la nariz. La importancia que pueda tener en el hombre esta placa, no se conoce y permite elucubraciones acerca de su importancia en las migraciones de Homo sapiens de hace 100.000 años, así como en el desarrollo de prótesis en la Neurociencia futura. Estudios en el CALTECH (Carruba et al., 2007) (20) demuestran, como un hecho innovador de la actualidad, algunos estudios de EEG, en exámenes magnéticos de evocación o (MEPs). Se aplicaron sobre 17 individuos aplicando EEG con técnicas de análisis lineales y no lineales (recurrentes). Se estudio mediante mediciones con análisis estadístico, para medir la presencia se evocaciones potenciales causadas ante determinados estímulos. En 16 casos ($p = 0,05$) reaccionaron con las evocaciones potenciales, ocurridas 109-454 ms post estimulación, dependiendo del asunto evocable y de la relación con electrodos ubicados en la parte central y parietal del cerebro. Ello haría pensar, que existe posibilidad para detectar una sensibilidad magnética que produce reacciones evocativas en el cerebro.

Bibliografía

20. Carrubba S., C. Frilot A.L & Marino A.A. Evidence of nonlinear human magnetic sense J. Neuroscience 144 (1: 356-367.), January 5th, 2007
21. Stephen, Juan. Do humans have a compass in their nose? Posted in Biology, 17th November , 2006

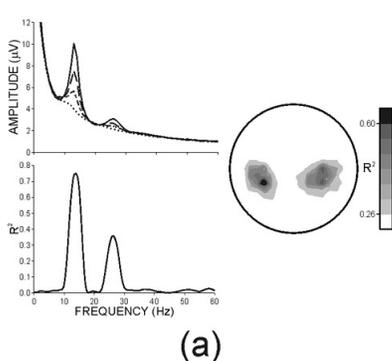
BRAIN COMPUTER INTERFACE (BCI)

Actualmente se ha desarrollado un sistema designado como BCI (brain computer interface o BCI), mediante el cual el pensamiento desde un cerebro, se transmite en base a las radiaciones

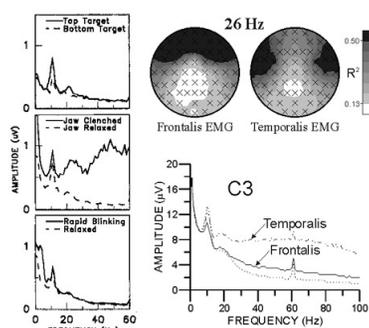
eléctricas, captadas por un "casco" sobre la cabeza, que se transmiten a una computadora y desde allí, por ejemplo letras o frases pensadas, son captadas y registradas en la pantalla del ordenador como letras o combinadas en frases. De esa manera personas lisadas o que sufrieron un accidente cerebral del tipo ACV, pueden en base a la electricidad cerebral transformar un pensamiento en una acción, o sea que la computadora puede transformar "ideas" que vienen del cerebro, captadas por el "casco", y expresarlas en acciones. Este sistema fue desarrollado por el neurólogo Dr. Jonathan Wolpaw en el New York State's Wadsworth Center. Actualmente varios laboratorios, han desarrollado esta sorprendente tecnología, concretando y trasladando pensamientos, surgidos de las interconexiones del cerebro, a una computadora, que puede ayudar a personas físicamente paralizadas, a expresar o realizar cosas, cambiando sus vidas, inmovilizadas por la parálisis.

Referencia

22. Wolpaw Jonathan R. Brain Computer Interface System. Video-Flash-hq.MHTML Document (13KB).The Wadsworth Center Brain-Computer Interface (BCI). Research and Development Program Since 1970. 2003.
23. Wolpaw Jonathan R., McFarland Dennis J., Vaughan Theresa M. & Gerwin.Schalk 2003. IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering, 11 (2), June, 2003.



(a)



(b)

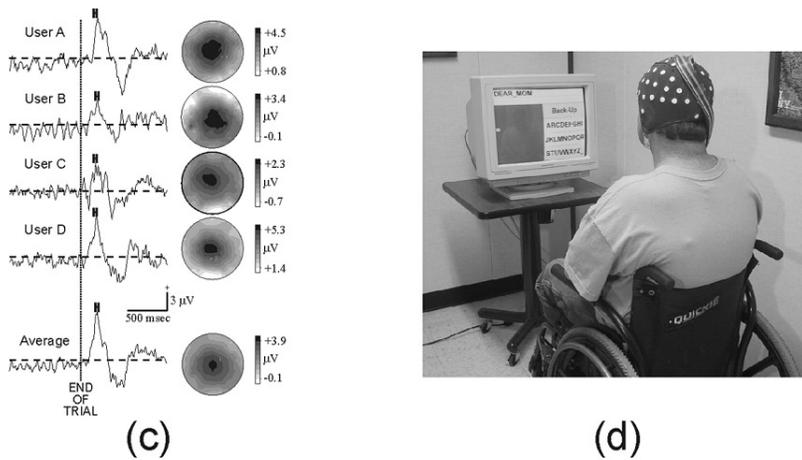


Figura 5. (a) Sensorimotor-rítmico de control. El usuario del BCI, entrenado, controla con el Córtex, movimientos del cursor vertical para lograr localizar a cuatro posibles posiciones, A, B, C, D, que se marcan en el gráfico. Además mediante el control del sensor por el Córtex, frontal o temporal, se realiza el control del objetivo mediante frecuencias, expresada por líneas.

LA COMUNICACIÓN ANIMAL

Las formas de intercomunicación de los animales, abarca una gran amplitud de mecanismos biológicos que comprenden funciones vinculadas a las esferas neurológicas, conductuales y vocales. Debemos dividir para su análisis a los aspectos comunicacionales animales en intra-especies e inter-especies. Los primeros corresponden especialmente al estudio de la etología y abarca una muy especializada investigación en toda las especies de la escala zoológica y supera los alcances de este opúsculo. Debe estudiarse cómo se comunican los individuos de cada especie, en función de sus necesidades vitales para alimentarse, protegerse, reproducirse, ambular.

Trataremos de dar un pantallazo de la comunicación intra-especies, teniendo en cuenta la vastedad en la escala zoológica.

Como orientación hemos seguido la clasificación sobre comunicación animal de la obra de Stefanie Jannedy, Robert Poletto, & Tracey L. Weldon, del Departamento de Linguística Publicado por The Ohio State University (EEUU) (Año 1994) (25).

Clasificación de formas de comunicación: Vocales-auditivas, gestuales y posicionales, táctiles, químicas

Las formas vocales se expresan claramente en el canto de los pájaros, con formas que se transmiten por condiciones genéticas y por entrenamiento de padres a crías. Los ladridos de perros, mugidos de rumiantes, relinchos de equinos, suelen tener un sentido semántico y pragmático, para indicar estados de ánimo y peligros. Las ballenas y delfines, emiten sonidos, algunos inaudibles para el hombre que permite comunicarse a través de muchos kilómetros. Incluso en delfines los estudios de MC Cadwell (1990) (24) elaboran hipótesis sobre el significado de los silbidos del delfín.

Otra forma especial es la Ecolocación de los quirópteros, que emiten ultrasonidos mediante vibraciones de la lengua, emitidas a través de los dientes, cuando dejan sus labios abiertos. En su vuelo de crucero las vibraciones son del orden 0,2 frecuencias por segundo, mientras que cuando descubren un objetivo y comienzan un vuelo de persecución, llegan a frecuencias de intervalos más cortos del orden de diez por 0,1 de segundo. El principio del ultrasonido, consiste en el rebote de las ondas, que es captado por el oído del murciélago, provisto de pantallas para facilitar su recepción y recibirlas en las terminales nerviosas de sus oídos, para pasar a los centros del cerebro que procesan la información, y ubican espacialmente los objetos.

La comunicación por formas gestuales o posicionales, suelen tener significado en todas las especies, pero tiene un sentido muy especial en abejas, con su "danza" para dar mensajes a miembros de la colonia, de la relación entre una fuente de alimentos y la colmena. Movimiento de cola en el perro, que veremos más adelante, según razas han sido estudiados para reconocer aptitudes, excitaciones y necesidades.

Las formas táctiles, también sirven para expresar relación con funciones sexuales, en numerosas especies y es común en los simios las relaciones táctiles, para indicar agresividad o sumisión entre los individuos de la comunidad. En las hormigas, el contacto por sus antenas, tiene significados que han sido estudiados en relación con alimentos y se supone que dado la composición de magnetita en las antenas, haya una comunicación con relación a la colonia.

La comunicación en forma química, se suele expresar en muchas especies por secreciones como la orina. El perro, el zorrino, y otras especies utilizan la micción para marcar campos territoriales.

Para el objetivo de este trabajo, interesa señalar otros aspectos de la comunicación animal en las formas con las que se relacionan en la vinculación "inter-especies", porque en ella se podrá analizar comportamientos de diversos tipos de animales en relación con el hombre.

Desde sus orígenes, el Homo sapiens ocupó un espacio de dominación, cuando no de depredación, que lo llevo a domesticar especies, y utilizarlas para su beneficio y compañía. Con el desarrollo de la cultura humana, también ha cambiado buena parte de la forma de comportamiento del hombre con los animales, cambiando costumbres, formas de relación y legislaciones, tratando de introducir en la comunicación con el animal el sentido

de bienestar animal, como forma humanitaria de respeto, convivencia y explotación económica.

Para centrarnos en aspectos vinculados a los componentes neurológicos, vamos a limitarnos a describir las comunicaciones del hombre con tres especies únicamente, los simios, el caballo y el perro. Se han elegido los mismos, por especiales razones; con los simios la vinculación filogenética merece un estudio particular y con las otras dos, por la de acercamiento social. El perro en la compañía doméstica, y el caballo, por el significado que en la historia del hombre, ha tenido su comportamiento.

Referencia

24. Cadwell MC. The bottlenosed delphin. Academic Press. 1990

25. Poletto Robert (Author, Editor), Stefanie Jannedy (Author, Editor), Tracey L. Weldon (Editor). Language Files: Materials for an Introduction to Language & Linguistics [Paperback] . Ohio State University Dept. of Linguistics (Corporate Author). August,1994. ISBN-10: 081420645X

LA COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON LOS SIMIOS

Existe un proceso mental designado "subitización", que consiste en la representación de un número, seguido de la asociación visual de cosas que lo expresan. En los niños se logra luego de los dos años, el efecto de asociación del número con las cosas, sean cubos, pelotas o colores. Dos chimpancés Ai y Alex, manejados por el psicólogo Tetsuro Matsuzawa, (director del Primate Research Institute de la Universidad de Kyoto) llegó a enseñarles la abstracción mental hasta diez, expresados por palabras y símbolos, que los monos podían perfectamente asociar. Es más, se ha visto en monos rhesus de Puerto Rico, hacer ciertas habi-

lidades numéricas como comprender que significaba la suma de $1+1=2$; de $2+1=3$; $2-1=1$ o $3-1=2$. Sin embargo las experiencias no lograron superar la prueba de $2+2=4$. Las pruebas sobre memoria numérica deberán ser investigadas más sistemáticamente, como expresión del pensamiento y abstracción animal.

La comunicación con los simios, es un paso para comprender, junto con el funcionamiento del aprendizaje nuestro, como opera el de un cerebro con bastantes similitudes morfológicas al nuestro, pero con grandes diferencias en las áreas emocionales y conductuales. Por ejemplo, las Áreas cerebrales del lenguaje de Wernicke y de Broca, si bien existen en el chimpancé, sólo están suficientemente desarrolladas como para articular gritos y expresiones que no pueden llegar a ser un lenguaje. Sin embargo en su relación con el instructor, los chimpancés han aprendido el lenguaje ASL (American Sign Language) que usamos los humanos para adiestrar los sordo mudos. Allen y Beatriz Gardner de University of Nevada, Reno (1966),(26) pudieron aplicar en chimpancés el sistema para enseñar a expresar cosas, mediante movimientos. Por ejemplo, podían indicar cual era el objeto que encerraba una caja cerrada y que ellos podían ver a través de una ventana de la caja.

La relación del hombre en su convivencia con ciertos simios, es analizada en estudios que llegan a alcanzar, con el tiempo, a áreas de comunicación no sólo conductuales sino afectivas. Ello indica que las áreas límbicas del cerebro en los monos, alcanza cierto grado de comprensión de amistad, que representa conductas con lazos afectivos y emotivos, que en algunos simios, también se expresan al estudiarlos, en la vida natural de sus manadas o comunidades.

Referencia

26. Gardner, R. Allen, Garner Beatrix T. & Thomas E Van Cantfort. Teaching Sign Language to Chimpanzees. University of New York State Press, 1989.

COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON EL CABALLO

El ser humano es capaz de comprender al caballo y comunicarse con él a través de gestos o sonidos. Pero si se tiene en cuenta, que como seres humanos somos predadores, el caballo fue una pieza de caza para servir de alimento al hombre prehistórico. Eso hace que nuestro instinto nos mueve a acercarnos a él, mucho más violentamente de lo que el caballo lo haría con nosotros. Un equino antes de arrimarse a otro animal lo mira, crea espacio y distancia; esta diferencia de acercamiento crea, a veces, el temor que el animal siente en presencia de un hombre.

La personalidad de cada equino esta formada por una serie de rasgos de carácter. De este modo hay individuos que presentan actitudes apáticas, combativas, irritables o flemáticas, curiosas, indiferentes, obedientes o testarudas. Pero se advirtió que, generalmente, los caballos tienen un carácter tímido, perezoso, generoso y agradecido; hay en ellos cierto espíritu de dignidad o de orgullo, que los puede hacer a veces agresivos, aunque, no se los considera como tales, por naturaleza. Una vez entrenado, el caballo no solo responde a los estímulos de domesticación, sino que capta fácilmente palabras y gestos, acostumbrándose fácilmente al medio y personas o cuidadores con los que convive.

Nuestro colega, el Dr. Osvaldo Pérez MV, escribió en el año 2005, un libro sobre la "Vida de ilustres caballos" donde se destaca el lugar del equino en la historia del mundo, la literatura y la mitología. Es un referente de lo que representa el caballo, como compañía

del hombre en sus significados sociales, su ubicación en la historia y en el imaginario de leyendas. El libro destaca su importancia histórica como factor decisivo en guerras, el valor trascendente durante siglos para el transporte y la locomoción. Hoy, el caballo ha quedado como exponente deportivo de gran repercusión social. y hasta como entidad de la medicina de ayuda para casos de terapias para el hombre con discapacidades físicas o mentales.

Referencia

27. Pérez O. Vida de ilustres caballos. FEVA. 2005

LA COMUNICACIÓN DEL HOMBRE CON EL PERRO

La dualidad hombre-perro es una sociedad establecida desde hace muchos miles de años. Hace unos 20.000 años, cuando llega el perro a América, también llega con el hombre y se dispersa con las migraciones humanas. Entonces, en este proceso de dispersión paulatina, el perro fue un acompañante del hombre, que le daba ayuda en sus labores, servía de alerta y compañía. Hoy junto con el desarrollo de la función cerebral del humano, también debemos estudiar la de su compañero, no sólo en las expresiones de inteligencia, sino también y quizás más, las vinculadas con el afecto y emociones. Estos aspectos que han sido evaluados desde años, considerando la inteligencia, los hábitos y conductas del perro en su comunicación con el hombre, ha experimentado un gran avance, con la aplicación en Medicina Veterinaria, de las técnicas de imagen por resonancia magnética funcional, a la que dedicaremos la parte final de este informe, como avance del actual conocimiento.

En el libro *The Intelligence of Dogs*, Stanley Coren, un profesor

de psicología de la Universidad de British Columbia en Vancouver, que publicó en 1995, explicó las teorías acerca diferentes tipo de inteligencia entre diferentes razas de perros. Coren define tres aspectos de la inteligencia del perro: inteligencia instintiva, inteligencia adaptativa e inteligencia de trabajo y obediencia. Inteligencia instintiva se refiere al perro con habilidades para realizar los objetivos y trabajos para los que la raza fue criada, como cuidar ganado, señalar la presa y cazar, cuidar como guardián, o acompañar como mascota. La inteligencia adaptativa, se refiere a la habilidad del perro para resolver problemas por sus propios medios, y la Inteligencia de trabajo y obediencia, se refieren a la habilidad de aprender enseñanzas de lo que le instruyen los humanos.

Referencia

28. Coren, Stanley. The Intelligence of Dogs: A Guide To The Thoughts, Emotions, And Inner Lives Of Our Canine Companions. New York: Bantam Books. 1995

¿Cómo se comunican los perros?

- Señales auditivas

El ladrido es una pauta de comportamiento genéticamente programada, que cumple funciones específicas en la expresión de los caninos, para comunicarse, llamar o alertar a la gente. Otra de las funciones del ladrido es la de amenaza, el ladrido estaría orientado en este caso hacia el intruso, no hacia el grupo de pertenencia del perro. Si el ladrido tiene un tono alto, es muy probable que el miedo del animal sea mayor que su nivel de agresividad; por el contrario, si la agresividad prevalece por sobre el temor la vocalización será de tono mas bajo. El **gruñido**

es una vocalización de tono bajo, cuya función primordial es la comunicación del estado agresivo del emisor. Al igual que otras vocalizaciones, el gruñido está generalmente acompañado de determinadas posturas corporales.

Gemido y aullido. El gemido es un sonido lastimero y de tono alto aunque suave. Cumple diferentes funciones según la edad y el estado emocional del emisor. Los cachorros que aún están con la madre, lo utilizan como llamada para solicitar sus cuidados; la madre suele responder proveyendo atención a los pequeños brindándoles calor, afecto o alimento. Cuando los cachorros pasan a ser parte de una familia humana, suelen gemir cuando los dejan solos, lo cual constituye no sólo un llamado para la obtención de compañía, sino también una forma de manifestar la ansiedad y la angustia que les provoca esta situación.

-Señales Visuales

La cabeza es el sector es el más importante en lo que respecta a la expresión visual. El mostrar los dientes con la boca abierta llevando las comisuras labiales hacia adelante, con hocico y frente arrugados, orejas erectas y también inclinadas hacia adelante, la cabeza generalmente alta y la mirada fija, indica un comportamiento de amenaza, agresivo, Cuando un perro presenta agresividad y temor al mismo tiempo -hecho que muchas veces sucede cuando el animal se ve acorralado- se produce una superposición de las pautas motoras de la huida y del ataque, dando lugar a expresiones intermedias que demuestran la situación de conflicto. En oposición, las orejas erectas, la cabeza sutilmente inclinada, la boca relajada y levemente entreabierta indican un es-

tado de atención totalmente desprovisto de miedo o agresión. La cola: Este segundo sector es también un indicador sensible de su estado emocional. En el caso de la cola existen dos indicios a tener en cuenta. Uno es la posición y el otro el movimiento de la cola. En cuanto al primero, si la cola se halla suspendida, colgando desde la base, está indicando una actitud serena, desprovista de tensión. Luego existen dos posiciones extremas. En una el perro eleva la cola por sobre su dorso y la ubica en forma perpendicular a éste; en este caso expresa un estado emocional de seguridad en sí mismo. La posición opuesta, que consiste en mantener la cola muy baja llegando incluso a introducirla entre los miembros posteriores, demuestra que el animal siente gran inseguridad y temor.

-Señales olfatorias

Para los caninos las señales olfatorias constituyen un factor de vital importancia durante su interacción con el entorno.

Olores identificatorios: Son aquellos específicos y característicos de cada individuo y a través de los cuales los animales se identifican entre sí. Por eso cuando dos perros se encuentran, se olfatean mutuamente tanto la zona anal como la genital y los oídos. También gracias a estos olores cada animal puede reconocer tanto su grupo de pertenencia como su propio territorio. Los distintos olores son distinguidos, diferenciados y captados a distancias, que el hombre no puede sentirlos y sirve la capacidad olfativa del perro, como sistema de alerta, de gran utilidad en su convivencia con el hombre.

Olores emotivos: Son producidos y liberados en circunstancias muy especiales, tales como el estrés, el miedo o el celo en las

perras. Por ejemplo, en situaciones de intenso temor un perro puede comprimir sus sacos anales enérgicamente, eliminar su contenido y producir un olor penetrante muy característico. Por otro lado, la orina de las perras en celo contiene sustancias químicas que actúan como señales que anuncian su estado fisiológico y por ende su posible receptividad a un macho.

¿Sabén los perros cuando estamos tristes?

Este estudio fue publicado en la revista *Animal Cognition*, por investigadores de la Universidad de Londres. Lo que descubrieron los autores es que los perros se acercan a las personas que están llorando, y que suelen hacerlo con un comportamiento sumiso. Es cómo si los perros comprendiesen nuestro dolor, pero sin embargo no hay pruebas de que realmente compartan nuestro pesar. Las autoras del estudio, las psicólogas Deborah Custance y Jennifer Mayer,(29) lo publicaron también en la Revista *Science* el 8 de Junio del 2012. En el mismo relatan que reclutaron 18 perros y a sus compañeros humanos para probar si los perros respondían al llanto con un comportamiento empático. Se debía demostrar que el perro, tenían la capacidad de percibir lo que el otro estaba sintiendo y si ello los llevaba a sentir compasión. Los perros eran una mezcla de razas, sin elegir a ninguna en especial. Las experiencias se llevaron a cabo en la casa de participantes, donde una de las investigadoras iba de visita, y se turnaba fingiendo llorar con la persona dueña de casa. De los 18 perros, 15 se acercaron tanto a la investigadora como a su compañero humano cuando lloraban, y siempre se acercaban a la persona que lloraba. La mayoría lo hizo con un lenguaje corporal sumiso, como si esperara

sentir empatía. Otra razón podría ser, que los perros aprendan a acercarse a la gente que llora, en razón que la misma gente, tiende a buscarlos, como un posible apoyo emocional.

Según las autoras del estudio hace falta mucha investigación todavía, antes de aceptar que los perros efectivamente sienten empatía emocional. Pero el saber popular ya ha dado su veredicto. Habrá que ver cuándo la ciencia pueda probarlo de forma tajante. Hay pruebas arqueológicas de que al menos hace 30 mil años, ya había perros domesticados entre nosotros, haciendo compañía al hombre. Diversos estudios han demostrado que los perros son expertos en comunicación humana. Y ese aspecto es el que debe investigarse, en base a los recientes avances hechos, utilizando la IRMf en perros, para empezar a conocer como funciona el cerebro, de este permanente amigo del hombre.

Referencia

29. Custance, Deborah M. & Mayer, Jennifer. Empathic-like responding by domestic dogs (*Canis familiaris*) to distress in humans: An exploratory study. *Animal Cognition*, pp. 1-31. 2012

¿Cómo piensan los perros?

El neurólogo Greg Berns (30), inició un reciente estudio, en Abril de 2012, en la Universidad de Emory, con pruebas sobre dos perros entrenados al "scanner" para la resonancia magnética. Se empezaron a lograr imágenes, que a diferencia de las utilizadas para estudios clínicos, los animales no estaban anestesiados para poder "ver" las zonas activas del cerebro frente a ciertos estímulos. Las imágenes por resonancia magnética permiten formar un mapa del cerebro, identificando qué región se activa cuando el

perro, en cada caso, está realizando alguna actividad definida.

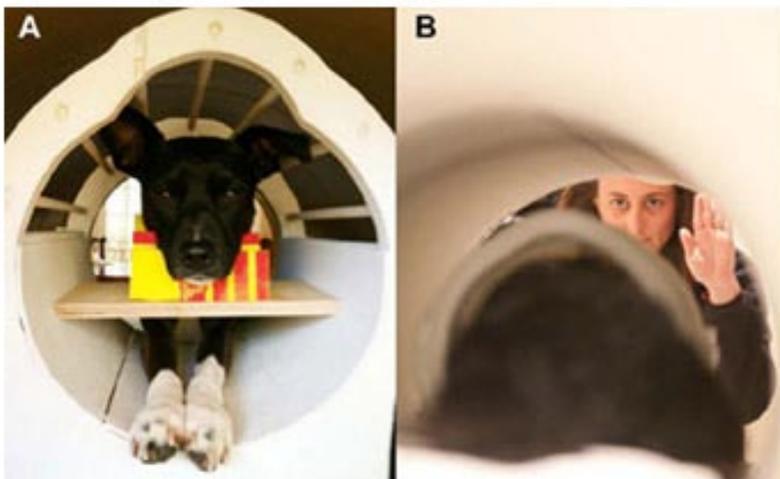
Lo primero que decidieron estudiar, fue si los perros comprendían el lenguaje de las órdenes que les daban las personas, o si respondían más a movimientos del cuerpo o a otras pistas. También buscaban comprender cómo representan los perros a los humanos; los hombres, ¿somos todos iguales? y ¿Qué parte del cerebro representa a los humanos y cuál a otros perros? Otro aspecto que se está iniciando a estudiar, es si los perros comprenden el lenguaje de las órdenes que le dan las personas, o si responden más a movimientos del cuerpo o a otras expresiones.

Ambos perros, que ya habían sido entrenados a tirarse en paracaídas desde un helicóptero, ahora ya han sido capaces de no asustarse ante los ruidos del "scanner", llegando hasta caminar dentro de la máquina. Los neurólogos han comenzado a medir la actividad neuronal. Las investigaciones tratan de resolver preguntas como: ¿Tienen empatía los perros? ¿Sabes si su dueño está triste o alegre? ¿Qué y cuánto del lenguaje entienden?

En los primeros experimentos los perros fueron entrenados en el significado de las señales para "ver" su respuesta cerebral. La región caudal del cerebro, fue asociada con pruebas de recompensa de los humanos. Mostraron activación ambos perros, cuando ellos vieron la señal para la recompensa, pero no así, cuando la recompensa, no se cumplía.

Estas experiencias en el laboratorio del grupo de Berns en la Universidad de Emory, son todavía demasiado recientes y es necesario ajustar muchos detalles de técnica, pero aparecen como un camino para avanzar, investigando muchas de las extrañas vinculaciones que desde miles de años, unen al hombre con el perro, por un extraño lazo, de cosas que todavía la ciencia no puede explicar.

Figura 6. Imágenes de Scanner en perros muestran secretos del cerebro- IRM funcional en perros despiertos sin restricciones. Fuente: Emory University « What is your dog thinking? Brain scans unleash canine secrets » et PLoS ONE via SSRN, April 27, 2012 "Functional MRI in Awake Unrestrained Dogs"



Referencia

30. Berns G.S., Brooks A.M. & Spivak M. Functional MRI in Awake Unrestrained Dogs. PLoS ONE 7 (5) e38027. DOI 10.1371. Journal phone 0038027 Editor Stephan C.F.Neuhaus University Zurich , Switzerland. 2012.

CONCLUSIÓN

La magnetorrecepción y su funcionamiento neurológico, si bien han avanzado con observaciones de real significación en los últimos años, presentan todavía numerosas incógnitas, que la ciencia biológica, deberá develar.

Las células con proteínas Cryptocrómicas y su sensibilidad a los fotones de la luz, con reacciones moleculares que se explican por la teoría cuántica y los efectos de compuestos ferromagnéticos identificados en órganos como nariz, oído y ojo de diversas especies, dan pie para seguir la investigación, también en otras. Aspectos conocidos desde muchísimo tiempo, nunca fehacientemente explicados, como el retorno del caballo a su "casa", luego de una larga cabalgata, o el re-encuentro de perros extraviados, luego de un largo viaje, en busca de sus "dueños", así como extrañas sensibilidades de algunas personas para captar ideas de otros, son observaciones que se prestan a la exageración, la duda y la mentira. Sin embargo, esa sensibilidad del sentido en relación con campos magnéticos, es algo que funciona en ciertas especies y que podría explicarse en otras. Existen fenómenos, que todavía no han sido suficientemente detectados, quizás por su complejidad o la escasez de tecnología, todavía no alcanzada por el hombre.

