

Supplementary Material for  
The Missing Manuscript of Dr. Jose Delgado's Radio  
Controlled Bulls by Timothy C. Marzullo  
J Undergrad Neurosci Edu, Spring 2017, 15(2):R29-R35

**SCOTT N. CURRIE, Ph.D.**  
**Department of Neuroscience**  
**University of California, Riverside**  
**Riverside, CA 92521**

A341

**TOROS RADIODIRIGIDOS**  
**UNA EXPERIENCIA CIENTÍFICA CON EL TORO DE LIDIDA**  
POR  
**JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ DELGADO**

**TOROS RADIODIRIGIDOS**  
**UNA EXPERIENCIA CIENTÍFICA CON EL TORO DE LIDIDA**  
POR  
**JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ DELGADO**

*A mis colaboradores personales, Rafael, Alberto, Carolina, José Carlos y Linda, que tanto han contribuido a la formación de mi propio cerebro y a la realización de mi obra científica.*

*A mis otros colaboradores, los Toros, los Monos, los Chimpancés, y otros Seres cuyos cerebros he podido estudiar, intentando comprender la razón biológica de emociones, pensamientos y conductas.*

*Al Cerebro de la Especie, con la esperanza de que pueda superar instintos ancestrales de agresividad, destrucción y muerte, para construir una futura Sociedad Psicocivilizada, basada en valores trascendentales de Libertad Personal, Creatividad y Amor.*

## INTRODUCCIÓN

La Fiesta Nacional, con todo su arte, su fantasía y su realidad económica se basa en una cualidad innata del toro de lidia: su agresividad, su embestida contra toreros y caballos. El peligro de pitones afilados buscando al enemigo con bravura y nobleza. La sabiduría y habilidad del diestro que juega con elegancia contra un instinto destructivo.

Mientras en otros países se eliminaba a los vacunos que se resistían a ser domados y se conseguía un ganado manso y sumiso, en España se formaba la colectividad inconfundible del ganado de lidia, simbolizando quizá el espíritu indómito y audaz de la propia raza hispánica. Durante muchas generaciones los ganaderos se han esforzado en seleccionar los animales de mejor estampa, creando una casta de toros fuertes, hermosos y agresivos.

Es sorprendente que con la gran importancia que en España tienen las corridas de toros, no se haya prestado atención a las bases biológicas ni a los mecanismos cerebrales de la bravura.

Como contraste, son muy numerosos los estudios sobre agresividad de otras especies animales, incluyendo insectos, peces, aves, ratas, gatos, perros, monos y antropoides. En parte, la exploración de los mecanismos neurológicos de la agresividad animal ha sido potenciada por la esperanza de comprender mejor y evitar la capacidad destructiva de los seres humanos, buscando soluciones a los antagonismos civilizados. De acuerdo con la constitución de la UNESCO, «puesto que la guerra comienza en la mente de los hombres, es en la mente de los hombres donde se deben construir las defensas de la paz».

Para nuestros estudios se han desarrollado metodologías que permiten la exploración a distancia del cerebro en animales completamente libres. De esta manera empezamos a conocer las estructuras y los mecanismos cerebrales, cuyo estímulo desencadena una conducta agresiva, así como las zonas que pueden pacificar a un animal furioso.

Nuestras investigaciones, realizadas durante más de veinte años en la Universidad norteamericana de Yale y continuadas actualmente en el Centro Ramón y Cajal de Madrid, así como los estudios de otros autores, han demostrado que la agresividad está relacionada con el funcionamiento de estructuras específicas del cerebro, tales como el hipotálamo y el sistema límbico; mientras que el lóbulo occipital, el sistema piramidal y la mayoría del encéfalo no parecen estar directamente relacionados con la hostilidad. Como hemos demostrado repetida-

mente en nuestro laboratorio, un gatito manso y pacífico, que se deja acariciar y ronronea buscando la mano amiga, cuando se le estimula la sustancia gris central, se convierte instantáneamente en una bestia feroz y peligrosa, buscando pelea y atacando violentamente a sus congéneres y al investigador. Alguno de nuestros visitantes incrédulos ha recibido un zarpazo, quedando así plenamente convencido de nuestra advertencia de que el animal apacible se convertiría en peligroso tan pronto como su cerebro fuera estimulado.

Otros experimentos indican que lo contrario también es posible. En colonias de monos, el liderazgo y la hostilidad del jefe han sido inhibidos por estimulación programada del núcleo caudado, alterando así la estructura social del grupo. Sin agresividad y sin autoridad, el antiguo caudillo es sustituido por otro animal que tenía una categoría social inferior. Esta realidad experimental tiene evidentes implicaciones en la vida social y política de los seres humanos.

Ante el enorme interés que tiene el estudio de la agresividad animal, pensando en la trascendencia humana y viendo los miles de trabajos publicados y los muchos simposios y conferencias celebrados, podemos preguntarnos: ¿Por qué no se ha prestado atención a la especie cuya característica sobresaliente es la agresividad? Es cierto que el toro de lidia es voluminoso, costoso y peligroso, pero estas limitaciones son compartidas por otros animales como el chimpancé, sobre el que hay numerosos estudios experimentales. Posiblemente una razón sea la distribución geográfica de los toros bravos, limitada principalmente a España e Hispanoamérica, donde hay pocos centros de investigación de conducta. Este hecho, sin embargo, debiera ser un estímulo para que estos estudios sean realizados por investigadores hispanos.

Lo cierto es que el toro representa una oportunidad excepcional para estudiar los mecanismos cerebrales de la bravura. La existencia de toros mansos y bravos permite una comparación entre animales anatómicamente parecidos, pero de conductas muy diferentes. ¿Por qué es agresivo el toro de lidia? Claro que por selección genética, pero ¿qué significa esta selección? ¿Qué diferencias existen entre las neuronas de toros bravos y mansos? ¿Hay mecanismos neuroquímicos diferentes? ¿Podría desaparecer el instinto agresivo por la estimulación eléctrica de zonas específicas del cerebro? ¿Podría aumentarse la acometividad por manipulación cerebral? ¿Podría detectarse la bravura por un estudio neurofisiológico, sin necesidad de tientas y garrochas?

Este interés y estas preguntas, aunque la mayoría queden aún por contestar, fueron la motivación fundamental que nos llevó a organizar y realizar un estudio experimental sobre toros de lidia radioestimulados.

Elemento decisivo en estas investigaciones fue la colaboración y capacidad científica y técnica de la Facultad de Veterinaria de Córdoba, especialmente la ayuda de los profesores Francisco J. Castejón Calderón y Francisco Santisteban García. También fue decisivo el entusiasmo generoso de don Ramón Sánchez, que puso a nuestra disposición su ganadería de reses bravas, su finca, sus mayores, y sobre todo su curiosidad y su interés personal.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

El propósito de nuestro estudio era la exploración funcional del cerebro del toro de lidia en completa libertad. Para ello había que resolver el complicado problema de enviar estímulos eléctricos por control remoto. Un tema de interés era estudiar la representación cerebral de respuestas motoras, para compararlas con los mapas neurológicos de otras especies

animales. Especialmente queríamos saber si la acometividad espontánea podría ser modificada por estímulos eléctricos de estructuras neuronales determinadas. Para ello había que realizar los experimentos en un ambiente seminatural, sin las limitaciones impuestas por la anestesia, sin restricción de movimientos y sin el artificio ambiental del laboratorio.



Para anestesiarse y poder operar a un toro bravo, se dispara una jeringuilla impulsada por una escopeta de aire comprimido

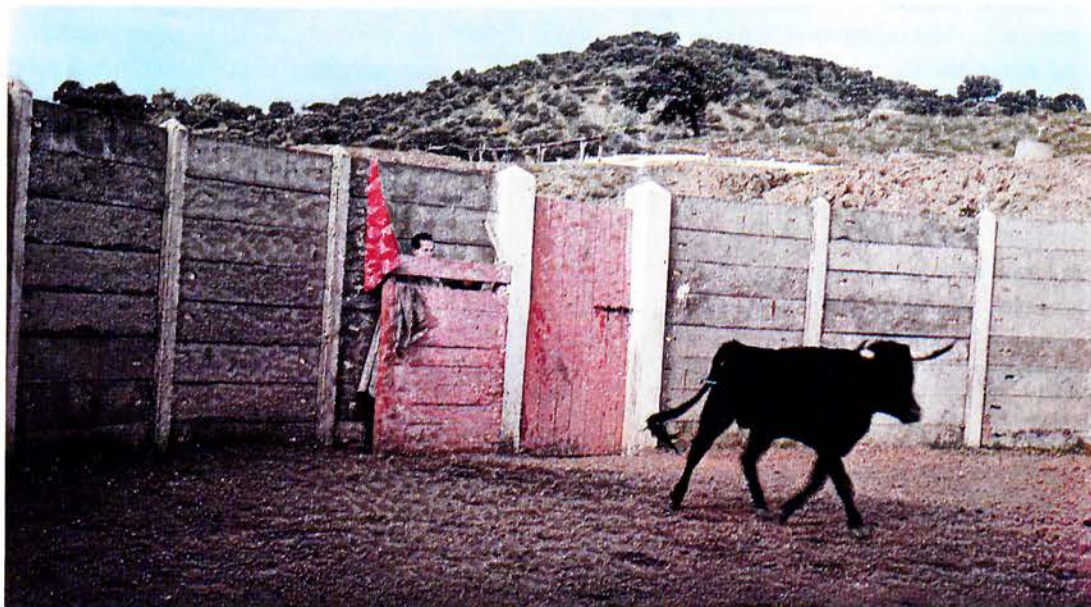
Las técnicas necesarias para la implantación de electrodos intracerebrales y para la radioestimulación ya las usábamos en especies más manejables, tales como monos y gibones, pero el problema era: ¿quién le pone el cascabel al gato, o mejor dicho, los electrodos al toro bravo?

## CIRUGÍA EN EL TORO DE LIDIA

Los toros utilizados en nuestro estudio comparativo fueron toros mansos de raza retinta del Guadalquivir y especialmente toros bravos de raza andaluza de lidia, de dos a tres años de edad y con un peso de 200 a 280 kg., pertenecientes a la ganadería de don Ramón Sánchez, de Córdoba. Los experimentos se realizaron en su finca «La Almirilla».

El toro elegido se llevaba a la plaza-tentadero y una vez probada su acometividad con capotes de toreo, se procedía a su preparación quirúrgica, para lo que era necesario inmovilizar al animal. Inicialmente se sujetaba a los animales en el mueco diseñado por el rejoneador

don Ángel Peralta, que consiste en un espacio reducido donde se fuerza al toro a entrar en un armazón metálico, con un yugo que se cierra sobre el cuello y unas barras que se introducen por aberturas adecuadas para limitar progresivamente los movimientos del animal. El procedimiento es sencillo y excelente para inyecciones o para intervenciones breves, pero no resultó adecuado para operaciones quirúrgicas que requieren completa inmovilidad de la cabeza, y que tienen larga duración. Entonces se empleó con éxito el rifle anestésico de aire comprimido *Cap-chur* de Palmer. El investigador se sitúa a una distancia prudente para no provocar la embestida. Con el toro parado y situado transversalmente, se apunta al anca y se dispara una



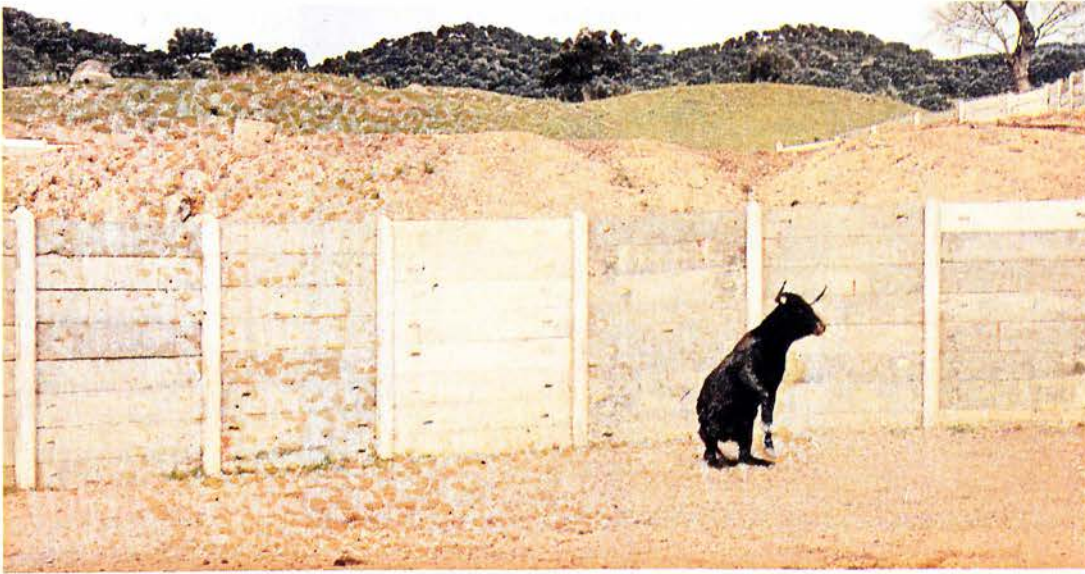
La jeringuilla se clava en el anca del animal, inyectando una dosis de *Sernylan*

jeringuilla volante que queda anclada en el animal. Al sentir la picada de la aguja, el toro suele reaccionar con una pequeña carrera, mientras se inyecta automáticamente una dosis intramuscular de 250 miligramos de *Sernylan*, droga paralizante muscular que no provoca efectos indeseables respiratorios ni cardíacos.

A los pocos minutos el toro empieza a perder el control de sus movimientos, tambaleándose al intentar andar, y finalmente yace pacíficamente en el suelo sin embestir ni reaccionar al ser tocado. A los 10-15 minutos, entre varios ayudantes se coloca al animal encima de una mesa de operaciones improvisada con pacas de heno recubiertas con plástico. Entonces se afeita el testuz y se inicia la operación con las precauciones asépticas habituales, incluyendo batas estériles, guantes de goma e instrumental traído del autoclave.

El ambiente, sin embargo, no fue completamente ortodoxo, ya que operábamos en un romántico entorno científico-bucólico, bajo el cielo andaluz y con la compañía de vaqueros, mayores, además de cantos de pájaros y mugidos lejanos.

La operación comienza con infiltración de la piel con novocaína, para anestésicarla localmente, y con una incisión en la línea media de la piel del testuz. Haciendo hemostasia se continúa con la separación de planos blandos, seguida de la retracción del periostio, dejando descubierto y limpio el cráneo en una extensión de unos 10 centímetros. Entonces se marcan dos



A los pocos minutos el toro se tambalea, y se quedará pacíficamente tendido en el suelo, dispuesto para la intervención quirúrgica

puntos en el hueso frontal, 25 milímetros por fuera de la línea media y equidistantes dos líneas trazadas, una por la base inferior de ambos cuernos y la otra por la parte posterior de ambas órbitas.

En cada punto se hace un orificio de 2 centímetros de diámetro con un trépano de mano. La penetración del hueso tiene cierta dificultad, debida al espesor y dureza del cráneo del toro, que son mayores que en el hombre. La hemorragia local fue mayor de lo esperado, pero afortunadamente la coagulación de la sangre fue más rápida que en cirugía humana. Una vez asegurada la hemostasia y limpia la herida operatoria, se procede a incidir la duramadre, poniéndose al descubierto el cerebro, que queda así preparado para la introducción de electrodos.

## IMPLANTACIÓN DE ELECTRODOS INTRACEREBRALES

El objetivo de la intervención quirúrgica era la implantación de electrodos múltiples en la profundidad del cerebro, con terminales sujetos a los pitones para su conexión ulterior con instrumentos de estimulación eléctrica.

Los electrodos estaban contruidos con hilos muy finos de acero inoxidable de 0,1 milímetros, aislados con cuatro capas de teflón. Un electrodo «múltiple» está formado por siete contactos situados a distancias progresivas de 5 milímetros, permitiendo la exploración de 5 milímetros por 6 espacios igual a 30 milímetros de cerebro. En cada animal se implantaron de 2 a 4 grupos de electrodos, con un total de 14 a 28 contactos.

La colocación de los electrodos en las estructuras anatómicas deseadas requiere una orientación dentro del cerebro, para lo que se utilizan referencias fácilmente identificables, que son los oídos externos y los dos rebordes orbitarios inferiores. Estos cuatro puntos forman el *plano horizontal* referencial. El *plano coronal* es perpendicular al anterior, pasando por los dos oídos externos. El *plano sagital* es perpendicular a los dos anteriores, pasando por la línea interhe-





1. Cuando la anestesia empieza a hacer efecto, es posible acercarse al toro, sin provocar una reacción hostil. 2. Dormido ya el animal, se le coloca en una improvisada mesa de operaciones. A la izquierda, *el Cordobés* y el ganadero don Ramón Sánchez. 3. Se utiliza el aparato estereotáxico, fijado a la cabeza del toro, para la introducción de electrodos dentro del cerebro

misférica. Con referencia a estos tres planos estereotáxicos, se pueden localizar las estructuras cerebrales sin ser visualizadas.

Para la introducción de electrodos, utilizamos un instrumento estereotáxico, que es un armazón metálico de precisión milimétrica, sujeto a los cuernos y a los cuatro puntos básicos de referencia (los dos oídos y los dos rebordes orbitarios). Un micromanipulador permite sujetar e introducir los electrodos, orientados por las coordenadas estereotáxicas elegidas.

Con este procedimiento se implantaron electrodos en el polo frontal, corteza motora occulta, núcleo caudado, tálamo óptico y otras zonas cerebrales. La fijación de cada grupo de electrodos se realizó mediante un punto de seda en el orificio de trepanación, suturando a continuación la duramadre y los planos blandos.

Los electrodos se exteriorizaban a través de un túnel subcutáneo que llegaba a la base de un pitón, donde los casquillos con los contactos terminales quedaban sólidamente fijados mediante ligaduras y cemento dental. La piel se cerraba con suturas interrumpidas y la herida quirúrgica se protegía mediante un vendaje cruzado por la base de ambos cuernos.

La operación duraba aproximadamente una hora, siendo necesario agilizarla, porque al final el toro empezaba a despertarse. El animal se levantaba unas tres horas después de la operación y un día más tarde estaba ya recuperado, sin efectos residuales apreciables de la anestesia ni de la operación.

Los estudios con cada animal pudieron ser continuados durante varias semanas sin infecciones, con buena tolerancia de los electrodos implantados y sin reacciones indeseables. A excepción del vendaje, los toros tenían un aspecto y un comportamiento completamente normal, embistiendo capotes y a cualquier persona que se atreviera a acercarse demasiado.

## RADIOESTIMULACIÓN DEL CEREBRO

La comunicación a distancia mediante instrumentación electrónica es una tecnología bastante extendida, y así, por ejemplo, la puerta de un garaje puede abrirse o cerrarse desde el coche pulsando el botón de un minitransmisor. Estamos rodeados de estaciones de radio que pueden oírse con receptores adecuados, y hasta las corridas de toros podemos verlas cómodamente desde casa, ajustando canales y volumen del televisor mediante un pequeño telecomando. Incluso las cápsulas espaciales se dirigen a enormes distancias desde estaciones terrestres de control.

No nos debe, pues, sorprender que los neurofisiólogos hayan intentado comunicarse con la profundidad del cerebro mediante enlaces invisibles de ondas de radio. En nuestro laboratorio hemos logrado establecer radiocomunicación directa entre el cerebro del chimpancé y el ordenador, sin la intervención de los sentidos. En este experimento el ordenador detecta la actividad eléctrica predeterminada que se origina espontáneamente en el sistema límbico, y reacciona automáticamente enviando estímulos por radio a la sustancia gris central, con lo que se logra modificar la reactividad emocional del chimpancé. La radiocomunicación con el cerebro humano ha sido utilizada por razones diagnósticas y terapéuticas en pacientes con problemas epilépticos y con dolores intratables.

La profecía de que los sordos oirán sonidos y los ciegos verán la luz (véase Rodríguez Delgado, J. M.: *Control físico de la mente*. Espasa-Calpe, Madrid, 1969) es ya una realidad. En septiembre de 1981 el profesor G. Brindley, del Maudsley Hospital de Londres, presentó en el 5.º Congreso de Neurociencia Europea de Lieja sus últimos resultados sobre la estimulación

del lóbulo occipital en personas ciegas, para darles sensaciones luminosas, y diversos centros hospitalarios utilizan estimuladores microscópicos para activar el nervio auditivo en personas que habían perdido la facultad de oír.

Nuestro grupo ha desarrollado y utilizado radioestimuladores miniaturizados para investigar los mecanismos de la conducta agresiva, así como para la pacificación de colonias de gatos y de monos. Una adaptación de esta tecnología es la que se ha utilizado en los estudios realizados con los toros de lidia.

La estación emisora portátil es parecida a la que se utiliza para el telemando de aviones y coches de juguete, aunque bastante más sofisticada, y consiste en una cajita de 14 × 10 × 6 centímetros, fácilmente manejable con una sola mano, con ajustes para seleccionar canal de emisión y controlar la frecuencia e intensidad de la estimulación. Un solo botón activa los parámetros seleccionados.

La estación receptora-estimuladora es bastante más pequeña y más complicada, ya que tiene los requisitos siguientes: *a)* Producción de impulsos eléctricos con características determinadas por el telecomando de la emisora. *b)* Seguridad de activarse sólo bajo el control del investigador y no accidentalmente, ya que un funcionamiento erróneo puede ser altamente peligroso y provocar violentas reacciones motoras y emocionales. *c)* El tamaño ha de ser diminuto, para adosar el instrumento al pitón y pasar desapercibido. *d)* La construcción tiene que ser muy sólida para resistir topetazos, lluvia, calor y condiciones ambientales adversas. *e)* El consumo de energía ha de ser reducido para funcionar durante días o semanas con una pila pequeña, ya que la captura del toro para renovar baterías requiere un gran esfuerzo.

El radioestimulador producía impulsos de un milisegundo de duración, con frecuencia regulable entre 20 y 100 hercios y voltaje graduable entre 0 y 20 voltios. Las estimulaciones fueron en general catódicas y monopolares.

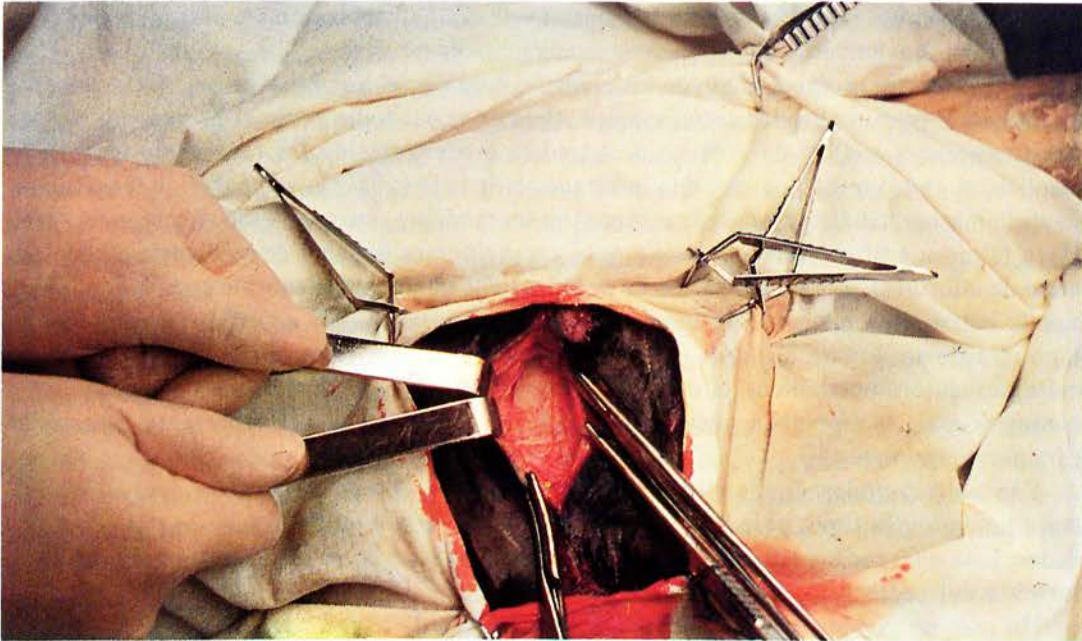
El diseño y construcción de esta instrumentación ha necesitado conocimientos de electrónica, de fisiología y de toros, siendo una labor de grupo interdisciplinar. El instrumento fijado al cuerno del toro es invisible bajo el vendaje y, según demostraron los resultados obtenidos, el funcionamiento electrónico y fisiológico fue excelente.

## RESPUESTAS MOTORAS

El cerebro del toro adulto pesa aproximadamente medio kilo y es parecido en su conformación externa y en su estructura interior al cerebro de la oveja y del gato. La diferencia más notable respecto a monos y seres humanos es el pequeño desarrollo del lóbulo frontal, donde residen las funciones relacionadas con el pensamiento abstracto, correlaciones de tiempo, previsión y planes para el futuro, solución de problemas y otros aspectos de inteligencia elevada. Con el lóbulo frontal subdesarrollado, el toro no está preocupado por el mañana, ni tiene estrategias para mejorar sus pastos, ni puede plantear reivindicaciones sociales.

En cambio, el sistema límbico está bien desarrollado y las funciones que de él dependen, tales como memoria, aprendizaje y emotividad, forman parte del repertorio normal de los toros.

El sistema motor piramidal y extrapiramidal, con los ganglios basales y el cerebelo, también han alcanzado una evolución considerable, siendo responsables de la coordinación y elegancia de movimientos. La embestida, que es la manifestación más característica de la agresividad taurina, requiere una extraordinaria coordinación espacio-temporal de órdenes motoras



1. La cirugía para implantar electrodos en el cerebro se inicia abriendo la piel del testuz, separando planos blandos y dejando el cráneo al descubierto. 2. Acabada la operación, los terminales de los electrodos intracerebrales se fijan a la parte inferior del pitón. Aquí se implantaron veintiún electrodos.

y de percepciones sensoriales, con mecanismos de retroalimentación casi instantáneos para corregir los movimientos ante objetivos cambiantes de situación.

Las respuestas motoras, tanto en los animales como en el hombre, tienen un componente fundamental de complicados automatismos. Un acto tan sencillo como el de caminar supone la percepción y análisis de millares de impulsos procedentes de los receptores sensoriales localizados en los músculos, que dan información de la tensión y la velocidad de movimiento de cada músculo, más otra serie de sensores en los tendones, fascias, tejido subcutáneo y piel. Hace falta un gran computador como es el cerebelo para dar sentido y eficacia a toda esa masa de información. La distribución de órdenes tiene también una enorme complejidad, para ajustar la tensión y velocidad de contracción de cada músculo, para coordinarlos en el tiempo y en el espacio, y para alcanzar el objetivo predeterminado. Además, es necesario realizar múltiples ajustes metabólicos, circulatorios, respiratorios y vegetativos. Pocas personas tienen consciencia de la tremenda complejidad biológica y funcional que representa el acto de caminar o de embestir.

Con todo su poder, con la elegancia de movimientos, el repertorio motor del toro es bastante limitado. Su tosca pezuña no puede compararse con la eficacia funcional de manos y dedos. Esta diferencia anatómica es fundamental, tanto para la conducta como para la estructuración del cerebro.

Un toro no puede pelar un plátano, trepar una cuerda ni tocar la guitarra, y no tiene la complejidad anatómica y funcional del cerebro de monos y personas. La representación neuronal motora del toro tiene, en efecto, bastante menos extensión que en los primates y está situada en el polo frontal, ocupando parte de la corteza que se oculta dentro de los *sulcus presylvius*, *coronalis* y *cruciatius*.

En nuestros estudios, un gran número de electrodos estaban situados en estas zonas, por lo que pudimos llegar a las siguientes conclusiones experimentales:

De modo parecido a la topografía del cerebro del gato, las zonas motoras se distribuyen dentro del polo frontal de tal manera, que la estimulación eléctrica de zonas inferiores del *sulcus presylvius* determina efectos motores en la lengua, boca y cara, seguidos por la representación motora de cuello y extremidades anteriores, mientras que las extremidades posteriores están localizadas más arriba, en el *sulcus cruciatius*. Resulta como si hubiera un pequeño toro cabeza abajo dirigiendo la localización motora de la corteza cerebral.

Los movimientos obtenidos con más facilidad fueron los de lamido, masticación, cierre de uno o de ambos ojos, extensión del cuello, rotación de cabeza y flexión de la pata anterior contralateral. Es decir, que el estímulo del hemisferio izquierdo inducía la contracción de la pata anterior derecha, confirmando la información existente sobre representación motora cruzada en la corteza cerebral. Con menos frecuencia se observaron efectos motores en la pata posterior, probablemente por el menor número de electrodos situados en el *sulcus cruciatius*.

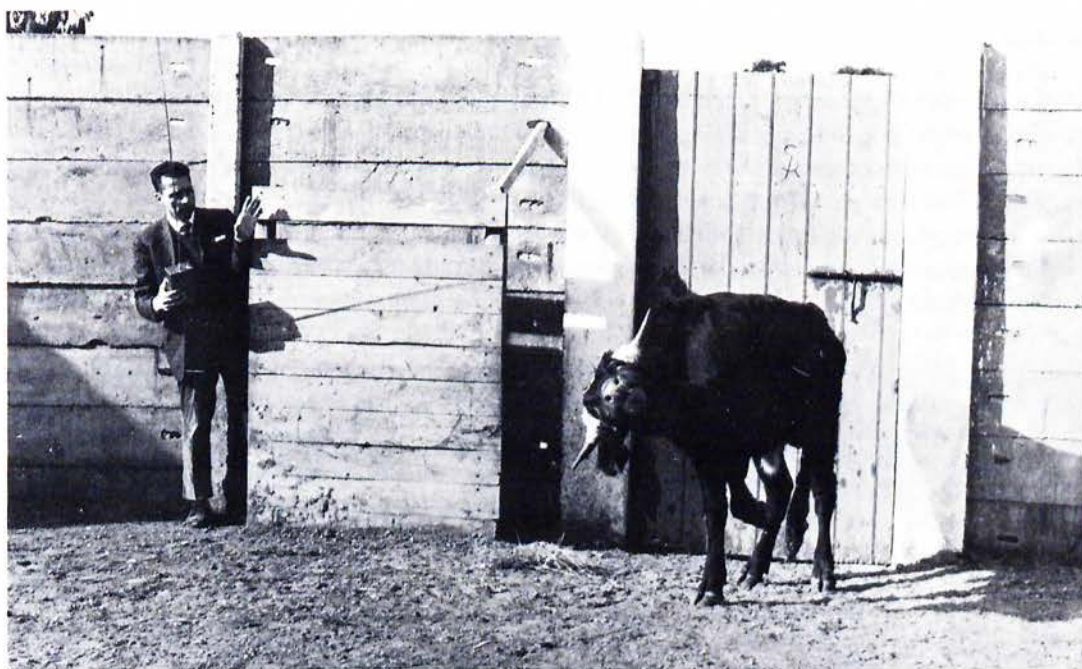
Dependiendo del punto cerebral estimulado, los efectos motores inducidos podían ser simples: por ejemplo, cierre de un ojo o flexión de una pata. En otros casos podían ser asociados: por ejemplo, lamido con rotación de la cabeza y flexión de la pata anterior contralateral. En uno de los toros el estímulo de la parte superior del *sulcus coronalis* determinó una respuesta fásica, rascándose la oreja con la pata posterior del mismo lado. La interpretación de esta respuesta puede ser que se ha activado un mecanismo motor estereotipado, o quizá que se ha provocado una parestesia en la oreja y que el toro intenta quitarse la sensación molesta mediante rascado. Como el toro no habla, es difícil que nos diga el porqué de sus acciones,

pero la respuesta se producía siempre con análogas características tantas veces como se estimulaba el punto cerebral correspondiente.

La mayoría de los efectos motores observados se realizaron con excelente coordinación motora, con elegancia de movimientos, sin alteración emocional y con los ajustes posturales necesarios para la mejor realización del movimiento evocado; lo que supone una participación muscular de casi todo el organismo. Los toros conservaban el equilibrio, aunque tuvieran la cabeza torcida y una pata levantada. Cuando se inducía el lamido, los animales buscaban alguna aplicación útil de la respuesta motora, lamiéndose a sí mismos o a una barrera que estuviera próxima.

La armonía dinámica y postural de los efectos motores provocados artificialmente era comparable a las acciones espontáneas de los animales, lo que indica que el estímulo eléctrico activa mecanismos fisiológicos preexistentes.

Este hecho se revela de modo aún más patente en las estimulaciones de zonas del núcleo caudado, que determinan un giro lateral de la cabeza, seguido de un giro de tronco y un giro completo del cuerpo, produciendo como resultado final una vuelta circular. Estos experimentos se han repetido en toros diferentes y están demostrados en la película realizada por nosotros *Brain Stimulation in Brave Bulls* (Madrid, 1964).



La radioestimulación de la corteza motora derecha induce flexión de la pata anterior izquierda y torsión de la cabeza, sin provocar dolor ni reacción emocional desagradable. Obsérvese el buen ajuste postural y la conservación del equilibrio

La película presenta a un toro llamado *Cayetano* que había sido operado dos semanas antes para instrumentarlo con electrodos y con el miniestimulador. La escena se sitúa en la plaza-tentadero de «La Almirilla» en una tarde primaveral, fresca y soleada. En la serie de experimentos científicos se había procurado reducir el público al mínimo, permitiéndose sólo la presencia de familiares y amigos de la casa, incluyendo algún torerillo y de vez en cuando al diestro *el Cordobés*, que en realidad es parte del clan familiar.

El toro *Cayetano* sale airoso del toril buscando un capote que entresale del burladero y corretea por la plaza inquieto y desconfiado. No queremos que nadie le toree y esperamos a que se detenga espontáneamente. Se le ve tranquilo, escuchando quizá los cencerros y algún mugido del resto de la vacada que campea no lejos de la plaza. Desde un burladero próximo se ajusta el radiotransmisor a 100 hercios y 0,1 miliamperios (mA) de intensidad. Se pulsa el botón de mando y se observa el resultado. No hay efecto aparente y *Cayetano* sigue tranquilo con su cabeza erguida y sus ojos bien abiertos, atento a posibles ruidos y movimientos. La intensidad enviada no ha sido suficiente para estimular el punto elegido en el núcleo caudado izquierdo.

Unos minutos después se aumenta la intensidad a 0,3 mA, pero tampoco hay efecto visible. Minutos más tarde se realiza una nueva estimulación con 0,5 mA, produciéndose entonces una desviación de la cabeza hacia la izquierda, como si algo llamase la atención del toro, que vuelve la cabeza a su posición normal en cuanto cesa la estimulación. El movimiento parece tan espontáneo y normal que dudamos si se debe al artificio electrónico o al deseo del animal. Para convencernos se repiten varias estimulaciones con la misma intensidad, con intervalos de varios minutos. La respuesta es siempre la misma: el toro mueve suavemente la cabeza hacia la izquierda, se queda en esa posición durante los 10 ó 15 segundos de estimulación, y al terminar hay retorno de la cabeza a su postura inicial, es decir, mirando al frente.

¿Qué ocurrirá si aumentamos la intensidad?

En la prueba siguiente utilizamos 0,7 mA. Entonces se produce un giro de cabeza brusco y rápido, seguido por todo el cuerpo, dando una vuelta completa a la izquierda sobre sí mismo. La respuesta motora no parece molestar al animal, pues no hay mugidos, huidas ni señales de agitación. Por otra parte, nuestra experiencia en monos y en personas indica que la estimulación del núcleo caudado no produce dolor sino placer.

Decidimos entonces probar una intensidad más elevada de 0,9 mA y el resultado es espectacular. El toro empieza a girar rápidamente como una peonza en círculos cerrados, con vio-



Por estimulación de puntos específicos del núcleo caudado, se pueden inducir giros en redondo sobre sí mismo

lencia de movimientos pero con perfecta coordinación, dando vueltas y más vueltas durante todo el tiempo de la estimulación. Al cesar ésta, el animal parece sorprendido de su propia conducta, pero no está irritado ni molesto, y lentamente se aleja buscando otro tercio de la plaza.

El toro *Cayetano* está instrumentado con dos canales que permiten la estimulación de puntos simétricos en ambos lados del núcleo caudado, de modo que el experimento continúa probando el electrodo del núcleo caudado derecho. El resultado de la serie de estimulaciones es una repetición de lo descrito anteriormente, con la diferencia de que, en este caso, primero la cabeza y luego el toro entero giran a la derecha, con una intensidad de efectos que depende de la intensidad de radioestimulación. Después de analizar los resultados de la serie de experimentos, podemos ya predecir lo que va a ocurrir con cada estimulación: «*Cayetano* va a girar dulcemente su cabeza hacia la izquierda», o bien: «El toro va a dar vueltas furiosas hacia la derecha.» Sin error, sin dudas, el toro realiza los giros y vueltas predichos.

En otros experimentos enviamos el estímulo eléctrico cuando el toro estaba andando espontáneamente; entonces se obtenía una combinación de los movimientos natural y artificial. El animal continuaba andando, pero con un continuo giro hacia el mismo lado del hemisferio activado. La intensidad de este giro dependía de la intensidad eléctrica aplicada.

Los efectos motores descritos se obtuvieron con características parecidas, tanto en los toros bravos como en los mansos; y en la serie siguiente de experimentos nos planteamos otro problema:

¿Sería posible inducir bravura y acometividad en un toro manso, por medio de estímulo eléctrico cerebral?

Trabajando con felinos, ya sabemos que un gato mansito se transforma en animal feroz y peligroso durante todo el tiempo que se estimulen eléctricamente zonas determinadas del sistema límbico y de otras estructuras del cerebro. Algo parecido podría ocurrir en los toros. Nuestros experimentos, sin embargo, no han logrado confirmar esta suposición, y en los mansos hemos inducido toda una serie de respuestas motoras y vegetativas, sin haber observado nunca un aumento de agresividad ni de acometividad. La explicación más probable de estos hechos es que los electrodos no estaban situados en las zonas específicas relacionadas con la agresividad, o, en otro caso, que estas zonas pudieran tener una reactividad y una fisiología diferente en los toros mansos comparados con los bravos. Éste es un tema de gran interés, cuyo estudio requiere la realización futura de nuevas series experimentales.

## TOROS Y ROBOTS

Las respuestas motoras en los toros radioestimulados son realmente sorprendentes. A pesar de su corpulencia, de su indómita bravura y de su poderío, una intensidad eléctrica tan débil que apenas puede sentirse en la punta de la lengua hace que el animal cierre un ojo, flexione la pata izquierda delantera, se rasque la oreja o dé vueltas vertiginosas.

Estos hechos experimentales son espectaculares en un toro de lidia, pero en realidad los efectos son comparables a los que se obtienen en corderos, gatos y monos. Los mecanismos motores cerebrales son parecidos en diferentes especies de mamíferos, aunque su expresión sea diferente.

El libre albedrío, la voluntad del toro, parece que puede ser suplantada por la tecnología del investigador, con una combinación de microelectrónica y neurofisiología. La ciencia-fic-



# HIERROS Y DIVISAS

# 1890

# VICENTE



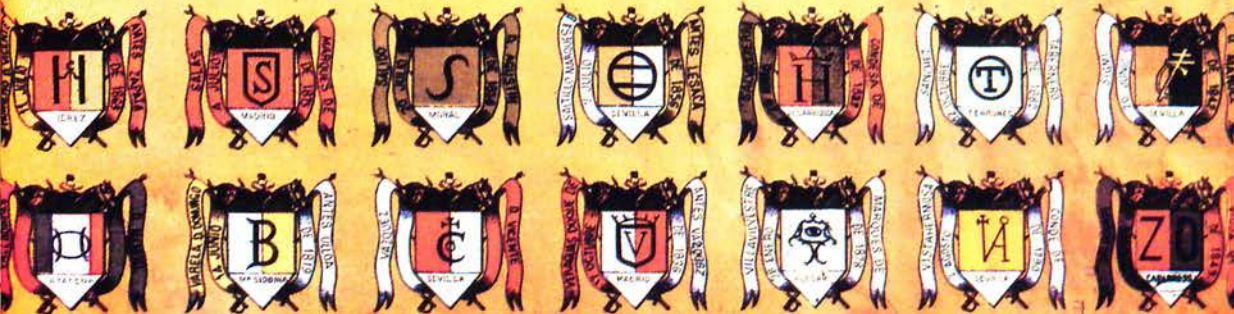
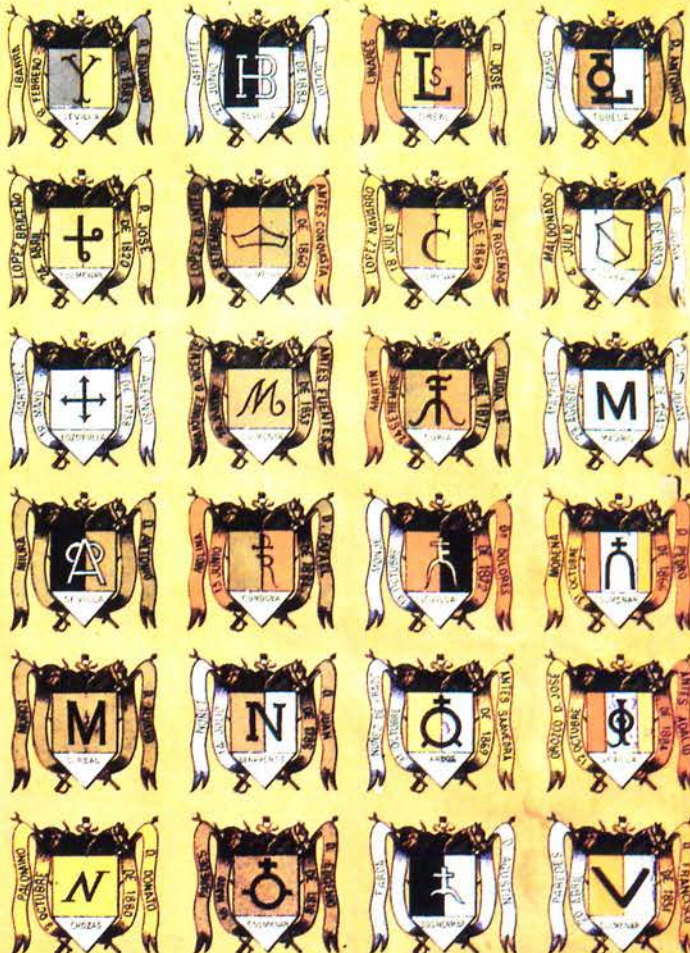

MAPA DE LAS PLAZAS



# GANADERIAS BRAVAS DE ROS MINCIPAL



## TOROS DE ESPAÑA



Indica el nombre del ganadero que en las mismas se consigna

ción ha explotado estos hechos, distorsionando sus posibilidades, y escritores pseudocientíficos tejen historias de terribles peligros de cerebros controlados, de ejércitos robotizados, de multitudes radiodirigidas, sometidas al capricho de mentes electrónicas desalmadas. Afortunadamente todo ello carece de fundamento, debido sencillamente a la estructura funcional del cerebro.

Nuestros toros no están robotizados; el estímulo eléctrico sólo actúa como agente disparador de complicados mecanismos neuronales y de reacciones de conducta, que previamente existen en las neuronas.

La persona que pone en marcha el televisor puede gozar de lo que oye y ve, pero no es responsable de los programas, del sonido, del color, ni de la electrónica del instrumento. Por telemando podemos abrir o cerrar la puerta del garaje, pero no logramos que la puerta salga andando, ni que nos obsequie con un concierto: no podemos cambiar sus limitaciones funcionales enviando unos cuantos voltios.

De manera parecida, estimulando la corteza motora presylviana podemos hacer que la pata se flexione, pero nada más. Es inconcebible que la inmensa complejidad necesaria para la realización de un simple acto motor pueda ser duplicada electrónicamente. Podemos robotizar la cadena de un montaje de automóviles porque sus operaciones están definidas y las opciones son muy limitadas, pero el cerebro y la conducta tienen una cantidad tan grande de sensores, de correlaciones y de respuestas posibles, que su control robotizado es muy poco probable. Claro que, si a un toro lo anestesiáramos, quedaría tendido en el suelo; y si estimuláramos su núcleo caudado, daría vueltas. Pero esto no va a cambiar toda su historia como raza y como individuo.

Estas limitaciones no quitan interés al control electrónico de la motilidad, pero clarifican el hecho de que sus posibilidades se reducen a respuestas concretas neurológicamente preprogramadas, sin afectar a los muchísimos elementos que intervienen en la biología de la conducta individual.

La conducta del toro puede ser influida por un sinnúmero de artilugios, que incluyen afeitado de cuernos, dietas especiales, drogas y electrodos; pero es poco verosímil que su complicada biología cerebral pueda ser robotizada.

## EL CEREBRO SE FATIGA

Hay órganos, como el corazón, cuyas contracciones rítmicas han de ser mantenidas día y noche, indefinidamente, para conservar la vida del individuo. Con la respiración ocurre algo parecido y las neuronas cerebrales encargadas de su regulación han de descargar rítmicamente sin descanso y sin fatiga.

Sin embargo, muchas otras funciones del cerebro se fatigan más fácilmente. Todos tenemos experiencia de que el trabajo intelectual requiere períodos de descanso; la comedia más divertida o el concierto más maravilloso perderían interés si se prolongaran demasiado tiempo.

Diferentes zonas del cerebro tienen diversos tipos de fatigabilidad y, según hemos estudiado en el mono, hay zonas como la corteza motora que se fatiga en segundos; otras regiones como los ganglios basales tardan cerca de una hora en dejar de funcionar, mientras que algunos puntos del hipotálamo pueden ser estimulados de manera indefinida, reduciendo, por ejemplo, el tamaño de la pupila.



La acometida del toro puede ser detenida en plena carrera, por radioestimulación de determinadas zonas del tálamo y núcleo caudado

Era por lo tanto de interés comprobar los patrones de fatigabilidad en el cerebro del toro, y los resultados experimentales fueron los siguientes:

La excitación eléctrica continuada de la corteza motora occulta, produciendo, por ejemplo, la flexión de una pata, podía prolongarse de 30 a 120 segundos. Después de este tiempo, el efecto motor desaparecía y era necesario un período de recuperación de más de dos minutos para recobrar la excitabilidad inicial y volver a inducir la respuesta motora. Estos experimentos tenían cierto riesgo, ya que una estimulación excesiva puede dar lugar a descargas epilépticas y convulsiones motoras generalizadas. Esto lo hemos comprobado en monos, pero afortunadamente no hubo ningún accidente con los toros.

En nuestro estudio, los efectos motores en los toros pudieron ser prolongados considerablemente, si se introducían breves períodos de descanso. Por ejemplo, en uno de los toros la estimulación cortical producía extensión del cuello y rotación de la cabeza, con desplazamiento del hocico hacia arriba. Programando estas estimulaciones con cinco segundos de duración y cinco segundos de descanso, el efecto continuaba durante más de cuatro horas, lo que significa un total de seis respuestas por minuto, 360 por hora y 1.440 en cuatro horas. La estimulación continuó durante la noche, pero al día siguiente, con quince horas de estimulación programada, el efecto motor no era perceptible, indicando que la respuesta se había agotado. Varias horas de descanso fueron necesarias para recobrar la excitabilidad de esta zona cerebral.

La estimulación eléctrica del tálamo central en uno de los toros producía un mugido completamente semejante a las vocalizaciones espontáneas del animal. Al ser estimulado, el toro bajaba la cabeza, extendía el hocico y mugía con una sonoridad normal. El estímulo continuado de esta zona sólo producía tres o cuatro mugidos, y entonces era necesario esperar varios segundos para obtener la misma respuesta. En este caso utilizamos el programa de cinco segundos de estimulación y cinco de descanso, obteniendo 100 mugidos seguidos sin un solo fallo, con características motoras y de vocalización comparables en todos los casos.

## AGRESIVIDAD, BRAVURA Y ACOMETIVIDAD

La acometividad del toro de lidia es una cualidad innata ya patente en el becerro recién nacido que, cuando apenas puede sostenerse en pie, intenta embestir a la persona que se le acerque. Esta cualidad es reforzada por selección genética, como muy bien saben los ganaderos, y sus manifestaciones están en parte estereotipadas, siendo esencial en el buen toreo conocer las reacciones y la norma de conducta de cada ganadería, para adaptarse a ellas y sacar el mejor partido posible en el ritual de la plaza de toros.

De los fundamentos neurobiológicos y psicológicos del toro de lidia y de su bravura se sabe muy poco. Los comentarios de autores como Bellsola, Sanz Egaña y Zacarías Salazar (vol. 1 de este enciclopedia LOS TOROS) son valiosos, pero apenas tocan el tema.

Afortunadamente, la extensa información experimental adquirida en ratas, gatos y monos es directamente aplicable para comprender las bases neurofisiológicas de la agresividad.

Hace bastantes años, el profesor suizo Hess (1928) demostró que la estimulación eléctrica del hipotálamo convierte gatos pacíficos en animales agresivos, comportándose «como si estuviesen amenazados por un perro»; sacando las garras, lanzando zarpazos bien dirigidos, bufando y gruñendo. El pelo se eriza, las pupilas se dilatan al máximo y las orejas se aplastan contra la cabeza oscilando hacia atrás y adelante «para asustar a un enemigo imaginario».

¿Qué siente el gato en estos experimentos? ¿Tiene un deseo hostil de hacer daño? ¿O quizá las reacciones sean sólo una puesta en juego de mecanismos de expresión motora, sin participación afectiva? Estudios experimentales han demostrado que zonas diferentes del cerebro pueden dar lugar a falsa rabia motora, o a rabia verdadera con todo su contenido emocional (véase Delgado, J. M. R.: *Evolution of physical control of the brain*, Nueva York, 1965).

Los monos son más interesantes que los gatos para el estudio de interacciones sociales de agresión y sumisión. Es bien sabido que en las colonias de monos hay relaciones autocráticas en las que un animal se establece como caudillo y jefe del grupo, dominando gran parte del territorio, comiendo antes que los demás y gozando de la hembra más apetecible. Los otros monos de la comunidad evitan al jefe y expresan claramente su obediencia haciendo una mueca, que es una especie de sonrisa sumisa; se acuclillan en el suelo y con frecuencia hacen gestos apaciguadores de ofrecimiento sexual. En nuestros experimentos hemos observado que la radioestimulación del mono dominante en puntos específicos cerebrales (por ejemplo, sustancia gris central, amígdala, tálamo) provoca ataques bien dirigidos contra otros monos, que son perseguidos y a veces mordidos. Hay que resaltar que estas estimulaciones no determinan una conducta motora estereotipada, sino un aumento de la agresividad, que el animal dirige de acuerdo con sus propias habilidades y con su historia social. Por ello suelen dirigir los ataques contra monos determinados con los que ya había una pasada hostilidad, respetando a sus amiguitas con las que tenían relaciones afectivas y sexuales.

De acuerdo con un detallado y sistemático estudio realizado por nuestro grupo en el mono (Plotnik y colaboradores, 1971), las zonas cuyo estímulo aumenta la agresividad son bastante limitadas, estando localizadas alrededor del tercer ventrículo y del acueducto de Silvio. Es de



Experimentalmente se ha demostrado que las percepciones dolorosas aumentan la acometividad. En la suerte de varas, por ejemplo, el toro puede «recerse»

suponer que este conjunto de estructuras forme una constelación funcional con íntimas relaciones funcionales, cuyo resultado final sea la puesta en marcha de otra serie de estructuras, encargadas de la realización motora conductal de ataques y agresiones. Como hipótesis de trabajo puede suponerse que la selección genética de los toros de lidia supone un aumento de la excitabilidad de las constelaciones agresivas neuronales, que se ponen en marcha disparadas por estímulos, que serían ineficaces en cerebros menos excitables.

La reactividad de las constelaciones neuronales «agresivas» podría incrementarse, tanto por selección genética como por modificaciones químicas y eléctricas intracerebrales.

Experimentalmente se ha demostrado que las percepciones dolorosas aumentan la acometividad, y así en ratas se pueden inducir luchas feroces simplemente por estímulo eléctrico de las patas. En gibones también hemos visto que estímulos nociceptivos, por ejemplo, del núcleo posteroventral del tálamo, determinan un aumento de la hostilidad, induciendo peleas de gran violencia.

Estos hechos pueden explicar que estímulos dolorosos en el toro de lidia, tales como la suerte de varas, puedan hacer que el animal «se crezca» y ataque con mayor vigor. Las banderillas de fuego cumplirían una misión semejante de castigo que aumentaría la agresividad del toro.

Esta información tiene aplicación práctica para la educación de los niños, ya que parece ser que los castigos corporales, al producir dolor físico, aumentan la rebeldía y la hostilidad de quien los recibe. En los seres humanos, la educación con halago y con refuerzo positivo parece dar mejores resultados que la de castigo.

## PACIFICACIÓN DEL TORO BRAVO

La agresividad sin provocación, con sus manifestaciones conductuales de ataque y con el propósito de inferir daño o hacer huir al oponente, no son patrimonio exclusivo del toro bravo. Diversas especies de monos, especialmente el rhesus, tienen reconocida hostilidad natural. En el campo libre las bandas de monos, al igual que las manadas de toros, suelen huir ante la presencia del hombre y excepcionalmente, al creerse amenazados, pueden lanzar un ataque fulminante contra el intruso.

Sin embargo, cuando está solo y aislado del grupo, el animal atacará a cualquier persona que se le acerque, aunque tenga una actitud pacífica y le ofrezca comida. En el laboratorio, el mono enjaulado suele lanzar ataques no provocados contra los visitantes, sacando las manos para arañar, pellizcar y desgarrar la piel o el vestido del que se ponga a su alcance. Como los toros, cada mono tiene su personalidad, su grado de fiereza, su umbral de irritabilidad y su estrategia de embestida.

La agresividad en toros, monos, y posiblemente también en seres humanos, tiene los siguientes componentes fundamentales: 1) Percepción sensorial de un elemento nuevo que aparece en el entorno. 2) Interpretación de la sensación percibida como amenaza o como desagrado. 3) Decisión volitiva de atacar, destruir o huir frente a la intrusión. 4) Puesta en marcha de fórmulas motoras preestablecidas, para la realización de la conducta decidida. 5) Ajuste de la estrategia motora a los cambios de situación (*feedback* sensorial). 6) Terminación de la actitud y de la conducta agresiva. 7) Almacenaje en la memoria de la experiencia recibida. 8) Utilización de la experiencia como sistema referencial para futuras acciones.

Todos estos componentes tienen mecanismos neuronales que empiezan a ser estudiados, dándonos la posibilidad teórica y práctica de comprender mejor los fundamentos de las conductas agresivas y de poder modificar o inhibir su existencia y sus manifestaciones.

La conducta individual suele ser el resultado de un equilibrio dinámico de estructuras neurológicas excitadoras e inhibitoras. El antagonismo funcional es habitual en la regulación de las funciones orgánicas, y así, por ejemplo, el corazón se acelera por activación del sistema simpático y se lentifica por estímulos parasimpáticos. Algo parecido sucede con la vasomotilidad, con el intestino, con las pupilas y con la mayoría de las manifestación conductuales.

La agresividad sigue esta norma, y hoy día sabemos que puede aumentarse y dispararse por la activación de estructuras cerebrales «periacueductales» y puede disminuirse por estimulación de zonas específicas situadas en el séptum, núcleo caudado y otras regiones del cerebro rostral.

Según hemos demostrado repetidas veces (véase Delgado en referencias bibliográficas, al final: 1964, 1975, 1979), monos, gibones y chimpancés se pacifican instantáneamente por estímulo eléctrico de estas zonas inhibitoras. El procedimiento es tan eficaz que lo hemos utilizado para capturar gibones instrumentados con electrodos, y gozando de completa libertad en la isla de Hall, en las Bermudas. Monos machos de gran peso y elevada agresividad han sido manejados con impunidad durante la estimulación del núcleo caudado. Chimpancés en libertad dentro de una jaula en el laboratorio han sido reducidos a la obediencia y han podido ser tocados y acariciados, sin intentar morder ni huir durante la estimulación cerebral.

Con estos antecedentes se realizaron experimentos con toros bravos, instrumentados con electrodos y radioestimuladores. Cuando el animal salía del toril y se quedaba en la plaza-tentadero, la radioestimulación de puntos localizados en la parte anterior del tálamo y en el núcleo caudado, con intensidades de 0,8 mA, inducía una respuesta inhibitoria general. Si el toro estaba comiendo, cesaba la masticación; cuando estaba andando, detenía su marcha. Durante la estimulación perdía interés por capotes y toreros, y permitía que nos acercáramos sin embestir. El efecto inhibitor se comprobó repetidas veces, abriendo una serie de interrogantes: ¿Podría detenerse al animal en plena embestida? ¿La pacificación es transitoria o hay efectos residuales? ¿Puede amansarse permanentemente a un toro de lidia? ¿Podría inducirse bravura electrónica en un toro manso?

Como es habitual, la curiosidad inquisitiva es más fácil que la respuesta investigadora, pero alguna pregunta pudo ser parcialmente contestada.

Un toro negro llamado *Lucero*, de unos 250 kilogramos de peso, fue operado implantándole electrodos múltiples en tálamo, núcleo caudado y corteza motora. Pocos días después, se probó su temperamento en el tentadero, demostrando su bravura y nobleza en toda una serie de pases de capa. El toro estaba descansado y bien comido, y embestía con codicia, poniendo en apuros un par de veces al torero que colaboraba en los estudios. Llegado el «momento de la verdad», mientras el toro embestía, se pulsó el botón del trasmisor, enviando una estimulación de 100 hercios y 1 mA. El resultado fue una parada casi instantánea, sin aparente pérdida de tono muscular, sin movimientos extraños ni contracturas apreciables. El toro quedó inmóvil, tranquilo, sin reaccionar, sin atender al torero que lo citaba con su voz y con la capa. Durante los 10-15 segundos de estimulación, *Lucero* se quedó inhibido, pero con normalidad en la respiración y en el parpadeo. No estaba dormido ni hipotónico, simplemente detenido en su acometividad.





Con la muleta en la mano derecha y el radiotransmisor en la izquierda, cité al toro *Lucero*

Al cesar la estimulación eléctrica, el toro se lanzó inmediatamente contra la capa embistiendo furiosamente, sin efectos residuales inhibitorios. Embestidas y paradas electrónicas se repitieron toda una serie de veces, mientras se documentaban los resultados con fotografías y con cinematografía.

Mi habilidad personal con la muleta había sido probada alguna vez en fiestas camperas y es bastante limitada, pero un investigador debe aceptar la responsabilidad de su propia metodología y por ello me sentí obligado a enfrentarme con el animal experimental, impulsado quizá por el recuerdo de mi ciudad natal, Ronda, con larga historia y tradición taurinas.

Con la muleta en la mano derecha y el radiotransmisor en la izquierda, cité al toro *Lucero*, procurando conservar la sangre fría, aunque el corazón latía con mayor violencia que la deseada. En la arena y frente al toro, la impresión de un inexperto es bastante emocionante. El tamaño del toro y sus astas parecen crecer, se percibe su olor, se oyen sus resoplidos y se tiene la consciencia de su poder.

La realidad del peligro se mezcla con una extraña sensación de desafío, quizá con un miedo ancestral que hay que vencer con habilidad e inteligencia. La expectación de amigos y colaboradores esperando el milagro científico, aumenta la tensión del momento. Todo un torrente de destellos emocionales pasa por la mente, sin tiempo para detenerse a analizarlos, porque el toro que está ahí plantado baja el testuz, levanta la cola y se arranca en embestida rápida contra la muleta. Hay que aguantar tranquilo, y cuando el toro está a sólo dos o tres metros, aprieto el botón del radioestimulador. El toro frena violentamente, levantando una polvareda con sus patas, baja la cola, levanta el testuz y se queda detenido muy próximo a mí, sin hacer nada por la muleta, con su agresividad desaparecida. Lentamente me retiro hacia la barrera y, en cuanto cesa el estímulo eléctrico, el toro vuelve a arrancarse derrotando contra las tablas.



Los toros bravos son animales peligrosos que atacan a cualquier intruso. La radioestimulación del cerebro detiene al animal en plena embestida. Después de varias estimulaciones el toro pierde su ferocidad habitual

El experimento se repitió varias veces y, como se ve en la última fotografía, alguna vez se hizo el enfrentamiento con el toro sin muleta, a cuerpo limpio, con la seguridad de que la embestida podría pararse instantáneamente. Como anécdota puede contarse que una de las veces hubo un fallo del pulsador y fui alcanzado por el toro, afortunadamente sin más consecuencias que un buen susto.

## IMPLICACIONES TAURINAS Y FILOSÓFICAS

La radioestimulación de los toros de lidia tenía un claro objetivo científico: explorar las bases neurofisiológicas de la conducta agresiva, extendiendo al toro los experimentos ya realizados con otras especies. Además, queríamos desarrollar la metodología electrónica de control remoto y realizar estudios de conducta fuera del laboratorio, en el ambiente ecológico seminatural de una ganadería de reses bravas. Estos objetivos fueron cumplidos.

Sin embargo, el toro y las corridas son temas que despiertan gran emoción cultural, y sonaron voces de alarma en los medios de comunicación, peñas taurinas y profesionales del toreo. Alguna revista habló de «corridas telepreparadas», «nos roban el toreo», «un explosivo puesto en los pilares fundamentales de la tauromaquia», «lavado del cerebro taurino». Se llegó incluso a la toma clandestina de fotografías, que luego fueron publicadas con interpretaciones pueriles y deformadas. Afortunadamente, la mayoría de los periódicos publicaron informaciones serias, y el prestigioso *New York Times* dio la noticia y las fotografías en primera plana, lo que contribuyó a una resonancia probablemente excesiva de los resultados obtenidos. Los estudios realizados con los toros bravos no se hicieron por ser espectaculares, sino para demostrar que un instinto básico, que es la agresividad genéticamente seleccionada, puede ser inhibido por estímulo eléctrico cerebral. Además, es bien cierto que las investigaciones en monos y en otros animales han sido mucho más numerosas y trascendentes.

Para tranquilidad de la tauromaquia, podemos afirmar rotundamente que además de razones éticas existen suficientes razones biológicas para descartar «el toreo electrónico» como posibilidad presente o remota en las corridas. Entre otros tenemos los argumentos siguientes:

a) La radioestimulación tiene una gran complejidad anatómica, fisiológica y metodológica. Todo ello requiere costosos materiales, personal muy especializado y considerable tiempo experimental. El procedimiento está fuera del alcance de una empresa comercial.

b) Sería imposible ocultar la instrumentación, incluso aunque estuviera microminiaturizada y se implantara bajo piel, ya que se descubriría al desollar al animal.

c) El cerebro de cada toro tiene su individualidad, con una considerable variabilidad anatómica y funcional. Esto limita la previsibilidad de las estimulaciones cerebrales.

d) La expresión agresiva depende de factores genéticos y de la experiencia individual. Por estímulo eléctrico pueden liberarse patrones de conductas ya establecidas, pero no se pueden crear estos patrones. Un toro inhibido no sirve en el ruedo.

e) Por todo lo dicho, la radioestimulación no tiene aplicación para las corridas de toros.

Sin embargo, la información obtenida por medio de la radioestimulación cerebral puede ser valiosísima para comprender mejor los mecanismos cerebrales de la bravura, de la conducta de los toros, de sus reacciones y de su psicología. Este conocimiento puede ayudar a los ganaderos inteligentes a mejorar los procedimientos de selección y la casta de sus ganaderías.

La agresividad es uno de los problemas más graves de la civilización actual, porque hemos desarrollado un enorme poder industrial y encadenado fuerzas de destrucción atómica, poniéndolas a disposición de cerebros hostiles que aún no han aprendido a vivir en paz y armonía.

Por esta razón, los estudios sobre los mecanismos biológicos de la agresividad tienen importancia creciente. Conociendo los mecanismos neuronales de la conducta agresiva, podemos saber mejor sus motivaciones, disminuir sus causas y educar a los seres humanos con menor hostilidad y más comprensión.

Los toros radioestimulados subrayan el simbolismo clásico de las corridas de toros, que es el triunfo de la inteligencia sobre la fuerza bruta, la supremacía de la habilidad y la gracia sobre la agresión y la ferocidad. Los toros radiodirigidos también nos enseñan que instintos ancestrales de ataque y destrucción pueden ser apaciguados por la tecnología y la inteligencia humanas, dando una esperanza de paz que quizá pueda beneficiar a la humanidad futura.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castejón Calderón, F. J., y Santisteban García, F.: *Estimulación intracerebral a distancia en toros bravos y mansos. III Semana Nacional Veterinaria*, Córdoba, 1964, págs. 100-102.
- Castejón Calderón, F. J., y Santisteban García, F.: *Efectos motores obtenidos por estimulación intracerebral en bovinos. III Semana Nacional Veterinaria*, Córdoba, 1964, págs. 102.1-102.7.
- Cossío, José María de: *Los toros. Tratado técnico e histórico*. Espasa-Calpe, S. A. (6 volúmenes). Madrid, 1943 (tomo I), 1947 (tomo II), 1943 (tomo III), 1961 (tomo IV), 1980 (tomo V), 1981 (tomo VI).
- Delgado, J. M. R.: «Radioestimulación cerebral en toros de lidia.» *Proc. VII. Reun. nac. Soc. Cien. Fisiol.* Madrid, febrero, 1964.
- Delgado, J. M. R.: «Evolution of physical control of the brain.» James Arthur: *Lecture on the Evolution of the Human Brain*. American Museum of Natural History. Nueva York, 1965.
- Delgado, J. M. R.: *Control físico de la mente. Hacia una sociedad psicocivilizada*. Espasa-Calpe, S. A. Madrid, 1969 (tercera edición, 1980).
- Delgado, J. M. R.: «Physical control of the mind: Toward a psychocivilized society.» R. N. Anshen: *World Perspectives Series*. Vol. XLI. Harper and Row, Nueva Yor, 1969.
- Delgado, J. M. R.: «Inhibitory systems and emotions.» L. Levi: *Emotions. Their parameters and measurement*. Raven Press, Nueva York, 1975.
- Delgado, J. M. R.: «Inhibitory functions in the neostriatum.» *The Neostriatum*. Proc. EBBS Workshop, Vingsted, Dinamarca. Abril, 1978; I. Divac and R. Gunilla E. Oberg (Eds), Pergamon Press. Nueva York, 1979.
- Hess, W. R.: «Stammganglien-Reizversuche.» *Ber. ges. Physiol.* 1928.
- Plotnik, R., Mir, D., y Delgado, J. M. R.: «Aggression, noxiousness and brain stimulation in unrestrained rhesus monkeys.» B. F. Eleftherion: *Physiology of Aggression and Defeat*. Plenum Press, Nueva York, 1971.
- Santisteban García, F., y Castejón Calderón, F. J.: *Implantación permanente de electrodos intracerebrales en toros de lidia. III Semana Nacional Veterinaria*, Córdoba, 1964, págs. 94-100.
- Sanz Egaña, Cesáreo: *Historia y bravura del toro de lidia*. Espasa-Calpe, S. A. (Colección Austral, núm. 1.283), Madrid, 1958.



CENTRO DE ESTUDIOS NEUROBIOLÓGICOS

*Psic* Caleruega, ~~20~~ 13  
28033 Madrid, Spain



Prof. José M. R. Delgado

Teléf. 302 99 57

June 11, 1999

Scott N. Currie Ph. D.  
Department of Neurosciences  
1208 Spietta Hall  
University of California, Riverside  
Riverside, Ca 92521  
USA

Dear Dr. Currie: The film "Brave Bulls" is in some TV Station in Spain and I am trying to locate it. If I succeed I shall send a copy to you.

Please find enclosed a reprint "Toros radiodirigidos" which you may use.

Sincerely

*José M. R. Delgado -*

José M. R. Delgado, M. D.  
Director.