

TELECOMUNICACION DIRECTA CON EL CEREBRO

La telemetría y radioestimulación del cerebro, así como la unión cerebro-ordenador, son los campos fundamentales en que se mueve un equipo español de investigadores con sede en el Centro Ramón y Cajal. El presente artículo es obra del jefe del mismo y director del Departamento de Investigación, profesor José M. Rodríguez Delgado.

EL objetivo de la ingeniería de telecomunicación es proporcionar las bases técnicas en aparatos y códigos para la transmisión de mensajes a larga distancia, siendo en realidad un medio de amplificación de la capacidad emisora y receptora de los organismos, pero sin modificar sus mecanismos fisiológicos. En último término, la recepción de señales se realiza por un órgano sensorial —el oído, por ejemplo, en la comunicación telefónica—, donde los mensajes se transducen y recodifican, originando fenómenos neuroquímicos y eléctrico-fisiológicos, que son los portadores materiales de los mensajes que circulan a través de las redes neuronales del cerebro, para ser valorados, comprendidos y utilizados como disparadores de acciones y reacciones.

Hasta hace pocos años el interior del cerebro era inasequible al mundo exterior y la única vía de comunicación era a través de los receptores de los ojos, los oídos, la piel y de otros órganos sensoriales.

El problema del cerebro inasequible se ha resuelto recientemente por el desarrollo de técnicas neurofisiológicas que permiten la implantación intracerebral de electrodos y quemitrodos, posibilitando así el acceso directo a la profundidad de las estructuras neu-

ronales, sin utilizar el intermedio obligado de los sentidos. Las técnicas de radiocomunicación con el cerebro fueron iniciadas en los años 1950 por nuestro grupo en la Universidad norteamericana de Yale, abriendo así un nuevo campo de inmensas posibilidades: la telecomunicación directa con el interior del cerebro.

El control remoto de máquinas es un hecho bien conocido en la actua-

• **"Se han desarrollado, e implantado bajo la piel, marcapasos cerebrales de cuatro canales."**

lidad. Las puertas de un garaje pueden abrirse o cerrarse pulsando un botón en nuestro coche; el televisor puede ajustarse sin movernos de un cómodo sillón, presionando las teclas del telemando, y hasta las cápsulas espaciales se controlan por radio desde las estaciones terrestres. Con el desarrollo de la nueva bioelectrónica

hemos empezado ya a controlar a distancia las funciones biológicas de organismos vivos. Gatos, monos y seres humanos han sido inducidos a flexionar una extremidad, a rechazar la comida o a sentir emociones bajo la influencia de impulsos eléctricos enviados al cerebro por radio. Esta realidad plantea toda una serie de problemas instrumentales, médicos, científicos, filosóficos y éticos. A pesar de resultados espectaculares, hay límites metodológicos y neurofisiológicos que, afortunadamente, hacen muy improbable que la estimulación del cerebro pueda cambiar la personalidad o robotizar a un grupo de personas. Este tema ha sido explotado por la ciencia ficción, pero no tiene realidad científica.

METODOLOGIA

El cerebro está bien protegido por membranas, por el líquido cefalorraquídeo, por el cráneo y por tegumentos, lo que constituye una defensa formidable que ha mantenido sus secretos funcionales fuera del alcance de la curiosidad científica. Estas barreras se han superado mediante la **implantación quirúrgica de electrodos** múltiples dentro del cerebro, técnica que hoy día se utiliza en diversas especies animales, desde gallos y

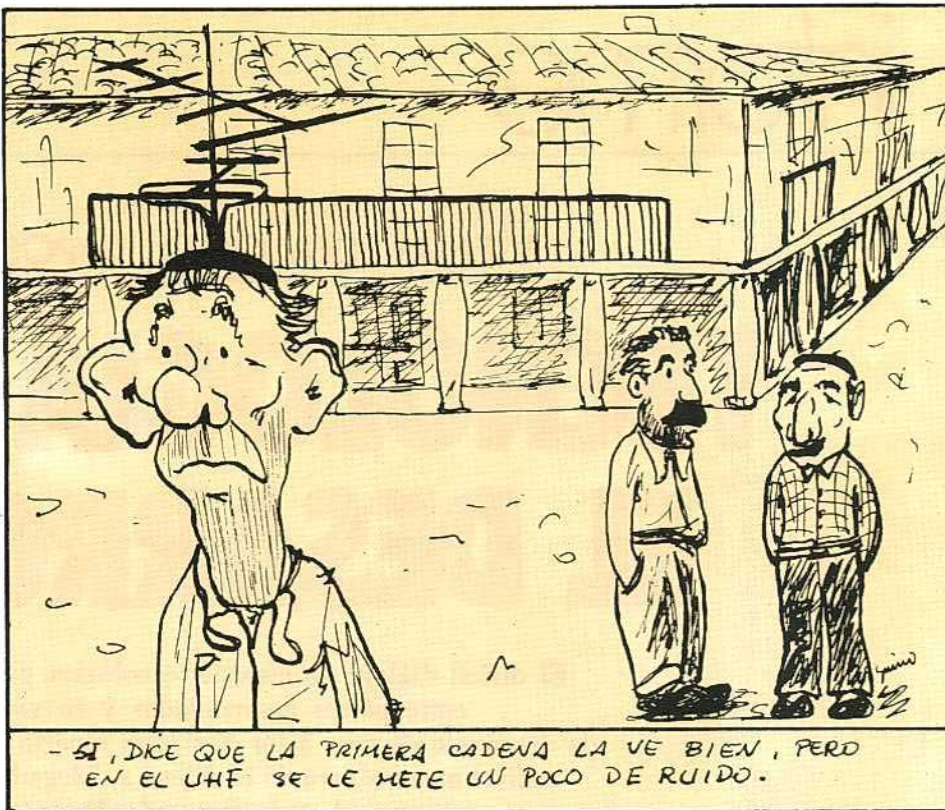
palomas hasta monos y chimpancés, habiéndose extendido también con fines terapéuticos a pacientes humanos.

Los electrodos son hilos de platino, oro o acero inoxidable de 0,1-0,2 mm. de diámetro, aislados con teflón, terminados en un corrector diminuto con siete, nueve o más contactos. Los electrodos se introducen asépticamente mediante micromanipuladores en estructuras predeterminadas, y se fijan al cráneo con cemento acrílico, dejando el zócalo terminal fuera de la piel. En alguno de nuestros animales hemos implantado un total de cien contactos intracerebrales. Los animales toleran bien los electrodos y en la actualidad tenemos en nuestro laboratorio del Centro Ramón y Cajal monos que fueron implantados en 1972, y que continúan con excelente salud y con fiabilidad de respuestas evocadas por radioestimulación.

La implantación de electrodos se ha realizado también en enfermos para el tratamiento del dolor crónico y de otros problemas neurológicos, lo que permite aplicar programas de excitación eléctrica y realizar exploraciones diagnósticas con todo detalle y sin molestar a los enfermos. Dejar una serie de hilos conductores dentro de un cerebro vivo y pensante puede parecer desagradable y peligroso, pero en realidad hay ya muchos pacientes que han tenido esta experiencia sin manifestar preocupación ni sentirse incómodos por la presencia de conductores en la cabeza.

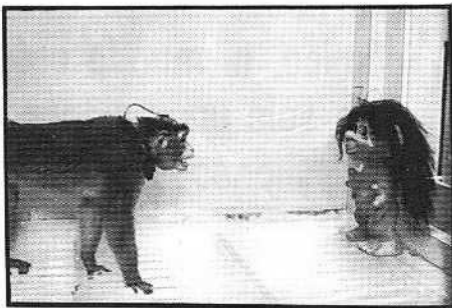
A pesar de su buena tolerancia, la presencia de electrodos y terminales atravesando la piel tiene riesgos, y para evitarlos hemos desarrollado **marcapasos cerebrales** de cuatro canales, totalmente implantados bajo la piel. Mediante inducción modulada transdérmica se proporciona la necesaria energía eléctrica y se transmite un código de señales para el control remoto de los parámetros de estimulación y la elección de los canales. El instrumento se ha utilizado en chimpancés, con terminales en la corteza motora para activar la flexión de la pata contralateral, demostrándose que la técnica es eficiente, segura y bien tolerada.

Más recientemente, en colaboración con el grupo del doctor Obrador, se ha utilizado esta tecnología transdérmica en el tratamiento de dolor cró-



nico en un paciente, con excelentes resultados.

El siguiente paso técnico ha sido la combinación de receptores y emisores transdérmicos, permitiendo la radioestimulación y la transmisión de la actividad eléctrica neuronal, todo ello a través de la piel intacta. Este instrumento, llamado **estimoceptor transdérmico**, ha sido utilizado con éxito en cabras, abriendo la posibilidad de comunicación de doble vía con la profundidad del cerebro.



OBJETIVOS FUTUROS

Nuestro grupo de bioelectrónica, dirigido por los ingenieros José Luis Monteagudo y Francisco del Pozo, trabaja activamente para mejorar las técnicas de telemetría y de radioestimulación del cerebro, así como en su utilización para la telecomunicación del cerebro, así como en su utilización para la telecomunicación entre el cerebro y el ordenador. La co-

nexión directa cerebro-máquina-cerebro permite la retroalimentación de señales biológicas para establecer programas de estimulación contingente, lo que ya hemos demostrado que posibilita la modificación de la actividad eléctrica espontánea del cerebro y de la conducta del sujeto experimental, incluyendo gatos, monos y chimpancés. Esto significa, en realidad, el establecimiento de conexiones artificiales intracerebrales a través del ordenador.

De un modo parecido, nuestro grupo trabaja en la comunicación directa no sensorial de cerebro a cerebro mediante enlaces bioelectrónicos. Es grato constatar que en estos campos el grupo español está técnicamente más avanzado que otros países, incluyendo a los Estados Unidos y a la Unión Soviética, con cuyos laboratorios hay establecidas líneas de intercambio técnico-científico.

Las posibilidades médicas y científicas son de un gran interés, y puede preverse que la telecomunicación directa con el cerebro tendrá una gran expansión en el futuro inmediato tanto en su desarrollo instrumental como en sus aplicaciones prácticas.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Delgado, J. M. R.: "Control físico de la mente: Hacia una sociedad psicocivilizada". Espasa - Calpe, S. A. Madrid. 320 p., 1972.