



**NEUROMED**  
Neurociencias Clínicas

## NEUROMODULACIÓN, UNA HERRAMIENTA PARA POTENCIAR LAS FUNCIONES CEREBRALES



### ¿QUÉ ES LA NEUROMODULACIÓN NO INVASIVA?

La Sociedad Internacional de Neuromodulación (<https://www.neuromodulation.com>) define a la neuromodulación como la capacidad de incrementar o disminuir la actividad neuronal y cerebral mediante la administración reversible de distintos tipos de estímulos (eléctricos, magnéticos o farmacológicos) en sitios específicos del sistema nervioso.

Para ello se emplean dispositivos neurotecnológicos de avanzada que suministran esos estímulos de forma invasiva o no invasiva. Entre los primeros se encuentran, por ejemplo, sistemas de estimulación cerebral profunda (DBS: Deep Brain Stimulation) que se implantan quirúrgicamente en distintas estructuras cerebrales. Entre los métodos no invasivos, sistemas que aplican pulsos eléctricos o magnéticos en el sistema nervioso mediante dispositivos que están posicionados por fuera del cuerpo. Estos últimos no requieren cirugía ni producen dolor o molestias significativas.

### ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS MÁS IMPORTANTES DE LA NEUROMODULACIÓN NO INVASIVA?

Las terapias de neuromodulación mejoran la vida de las personas aportando alivio sintomático de afecciones persistentes o crónicas, o bien potenciando o recuperando funciones cerebrales o nerviosas afectadas por distintas enfermedades.

Pueden utilizarse en combinación con otros tratamientos clásicos, como los medicamentosos o de neurorehabilitación tradicionales para potenciar el efecto terapéutico global y lograr mejores resultados en menores plazos de tiempo.

Brindan una alternativa a las terapias farmacológicas a largo plazo, lo cual es particularmente importante cuando los medicamentos son simplemente ineficaces o se vuelven problemáticos debido al desarrollo de tolerancia, adicción, efectos secundarios adversos o toxicidad.

En neurorehabilitación, la combinación de técnicas clásicas de tratamiento con neuromodulación permite recuperar o mejorar mayor nivel de funciones afectadas y en menores tiempos que si se emplean sólo los métodos tradicionales.

Los estímulos se aplican directamente sobre áreas específicas del cerebro o de la médula espinal en lugar de administrarse en todo el cuerpo como pasa con los tratamientos farmacológicos. Este es uno de los motivos por los que la respuesta terapéutica es más precisa y efectiva y los efectos adversos sistémicos son menores o inexistentes. Este beneficio proporciona un importante grado de control terapéutico para pacientes y médicos.

Son procedimientos altamente reversibles, lo que permite a los médicos interrumpir inmediatamente el tratamiento, apagando el dispositivo estimulante o cesando el protocolo de estimulación programado.

La adherencia al tratamiento o su cumplimiento son más altos en comparación con los tratamientos de largo plazo; sobre todo, los que requieren dosificaciones diarias e intermitentes como en el caso de los fármacos.

Los procedimientos son indoloros, no invasivos y, prácticamente, no tienen efectos adversos. No requieren cirugía, medicación o anestesia y se pueden realizar tanto en niños como en adultos y ancianos con un nivel de seguridad muy alto. Los tratamientos se realizan en un entorno seguro, cómodo y agradable que asegura la adherencia al tratamiento y seguridad del paciente.

## ¿CUÁLES SON LOS PROCEDIMIENTOS MÁS UTILIZADOS?

Existen distintas técnicas de neuromodulación no invasiva, conocidas como sistemas de **Estimulación Cerebral no Invasiva (ECNI)**, que se emplean en un número cada vez mayor de enfermedades agudas y crónicas del sistema nervioso. De hecho, se utilizan para mejorar el rendimiento cerebral o mental de personas sanas, incluyendo el entrenamiento de deportistas de mediano y alto rendimiento.

Los métodos más empleados son:

### TMS (Estimulación Magnética Transcraneal)

<https://www.neuromodulation.com/TMS>



## TDCS (Estimulación Transcraneal con Corriente Directa)

<https://www.neuromodulation.com/transcranial-direct-current-stimulation>

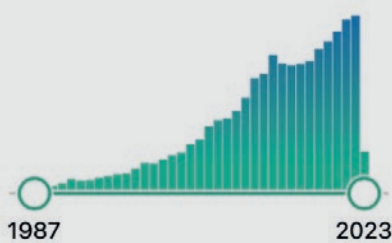


## NF (EEG-Neurofeedback)

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2017.00051/full>

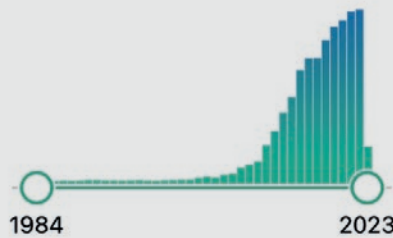


## ¿EXISTE SUFICIENTE EVIDENCIA CIENTÍFICA MÉDICA DE SU UTILIDAD TERAPÉUTICA?



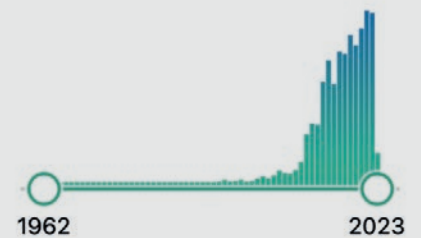
### TMS trabajos científicos publicados

1987: 5 publicaciones  
2022: 1879 publicaciones



### tDCS trabajos científicos publicados

1984: 1 publicación  
2022: 1120 publicaciones



### NF: trabajos científicos publicados

1962: 1 publicación  
2022: 295 publicaciones

## PUBLICACIONES DE INTERÉS

### **Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014–2018):**

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1388245719312799?token=7A115880A5BEB64A1062D80CDCC61BC202A7B532A1C5F00DFE2E24FCD1E955D20ABC3BDC7AB0CC09D0217C67A8422B7B&originRegion=us-east-1&originCreation=20230305234134>

### **Safety and recommendations for TMS use in healthy subjects and patient populations, with updates on training, ethical and regulatory issues: Expert Guidelines:**

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1388245720305149?token=397EF4AAF3F30FA7CE5E111A041F0E02F31EFE9AEB8EE601A250477D9A3638750E0439AB0E24B320F806F16D5C6B818C&originRegion=us-east-1&originCreation=20230305235028>

### **Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS):**

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1388245716306344?via%3Dihub>

### **A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools:**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4747791/pdf/nihms740431.pdf>

### **EEG-Neurofeedback as a Tool to Modulate Cognition and Behavior: A Review Tutorial:**

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2017.00051/full>

### **Review of the therapeutic neurofeedback method using electroencephalography: EEG Neurofeedback:**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6716090/pdf/BJBMS-19-213.pdf>

## NEUROMODULACIÓN NO INVASIVA EN EL MUNDO

En la actualidad existen numerosos y prestigiosos centros médicos que emplean corrientemente técnicas de neuromodulación no invasiva. Entre los más destacados de Estados Unidos y Europa podemos citar:



### **Berenson-Allen Center for Noninvasive Brain Stimulation (USA)**

<http://www.tmslab.org>

### **Mayo Clinic (USA)**

<https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/transcranial-magnetic-stimulation/about/pac-20384625>

### **University Hospital and Faculty of Medicine, Eberhard Karls University Tübingen (Alemania)**

<https://www.medizin.uni-tuebingen.de/en-de/das-klinikum/einrichtungen/kliniken/psychiatrie-und-psychotherapie/allgemeine-psychiatrie/forschung/zentrum-fuer-hirnstimulation-zfh>

### **Institute Guttman, Guttman Barcelona (España)**

<https://barcelona.guttman.com/es/tratamiento/estimulacion-magnetica-transcraneal-repetitiva-emtr>



# ¿CÓMO FUNCIONA LA ECNI?

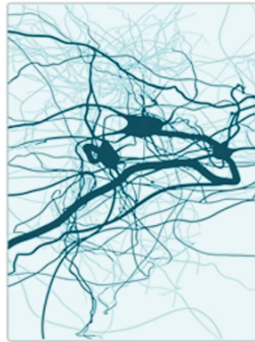
Desde el punto de vista neurofisiológico, las técnicas de neuromodulación modifican y mejoran el nivel de excitabilidad o capacidad de trabajo de las redes neuronales (grupos de neuronas interconectadas entre sí) que se encargan de cumplir una determinada función motora o cognitiva.



El entrenamiento o estimulación sistemática y directa de estas redes activa y potencia la plasticidad neuronal, es decir, la capacidad de aprendizaje de nuestro sistema nervioso. Este efecto se conoce como **potenciación de largo plazo**.



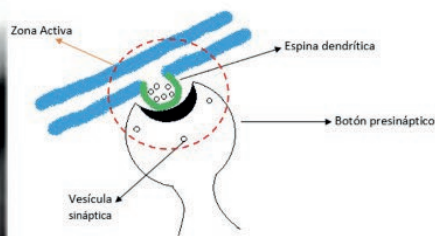
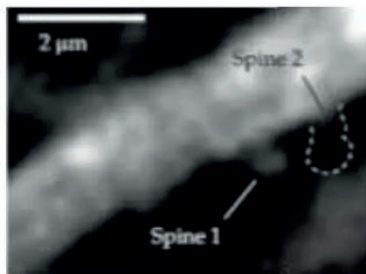
Red neuronal sin estimulación o entrenamiento (sin aprendizaje)



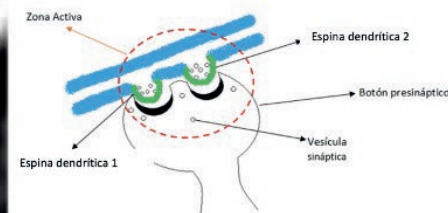
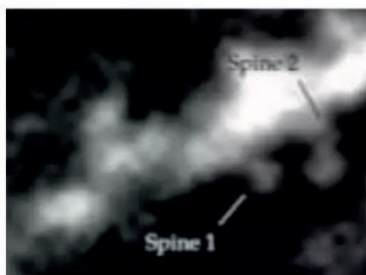
Red neuronal con estimulación o entrenamiento (con aprendizaje)

A nivel de las uniones neuronales o sinapsis puede observarse un incremento estructural de las conexiones entre neuronas, con mayor cantidad de espinas dendríticas y de neurotransmisores. A nivel funcional, una mayor comunicación entre neuronas, un mayor flujo, capacidad y velocidad de procesamiento de información y, por ende, mejores respuestas neuronales y cerebrales.

Antes de LTP: pocas espinas dendríticas antes de la estimulación/aprendizaje, menores conexiones neuronales



Después de LTP: mayor cantidad de espinas dendríticas después de la estimulación/aprendizaje, mayores conexiones neuronales



En definitiva, son procedimientos innovadores dirigidos a entrenar específicamente redes neuronales que se encargan de procesos sensorio-motores y funciones cerebrales de alto nivel, como las atencionales, perceptuales, ejecutivas, de memoria, afectivas, emocionales, del lenguaje y la comunicación social, entre otras. Se emplean para modelar la cognición y comportamiento, tanto en adultos como en niños.

## ¿ES SEGURA Y EFICIENTE?

La efectividad de la neuromodulación en particular y de la neurorehabilitación en general es significativamente mayor cuando en el proceso de entrenamiento neuronal se integran o combinan sistemas clásicos de rehabilitación (kinesiológicos, fonoaudiológicos, psicopedagógicos, psicológicos, etc.) con las técnicas de neuromodulación.

La sumatoria de ambos métodos es el modelo terapéutico utilizado en Neuromed Argentina.

**Neuromodulación TMS + Entrenamiento cognitivo = Incremento de conexiones neuronales**



## ¿EN QUÉ TRASTORNOS DEL SISTEMA NERVIOSO SE EMPLEA?

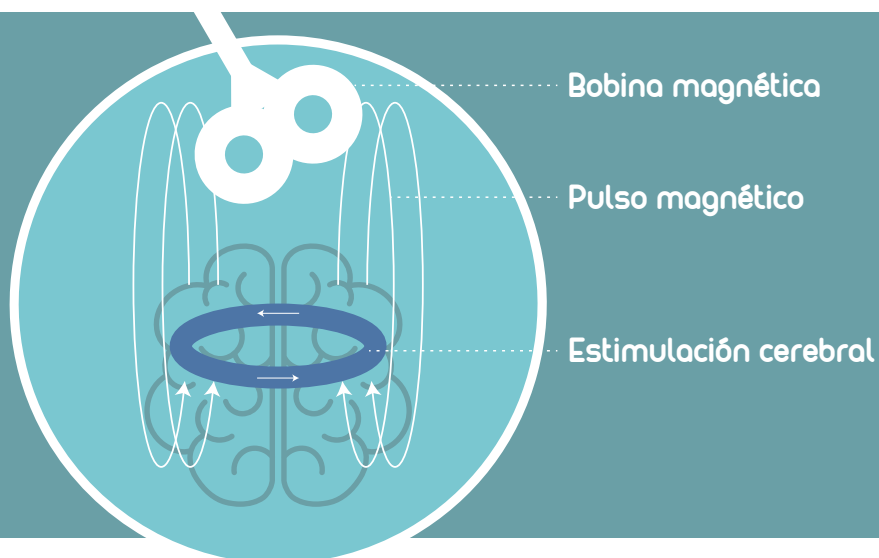
Las principales aplicaciones neurológicas y psiquiátricas, con altos niveles de evidencia científica, son:

- . *Autismo y trastornos de espectro autista.*
- . *TDAH.*
- . *Trastornos de aprendizaje.*
- . *Retardo mental.*
- . *Trastornos del movimiento: enfermedad de Párkinson.*
- . *Secuelas de ACV.*
- . *Afasia.*
- . *Deterioros cognitivos.*
- . *Tinnitus.*
- . *Trastornos obsesivos-compulsivos.*
- . *Depresión.*
- . *Trastornos de ansiedad.*
- . *Trastornos de estrés postraumático.*
- . *Alzheimer.*
- . *Esquizofrenia*
- . *Adicción a drogas y tabaco.*
- . *Dolor.*
- . *Epilepsia.*

## ¿EN QUÉ CONSISTE LA ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL (TMS)?

Es el principal método utilizado en Neuromed Argentina, aunque la institución también cuenta con equipos de tDCS y EEG-Neurofeedback.

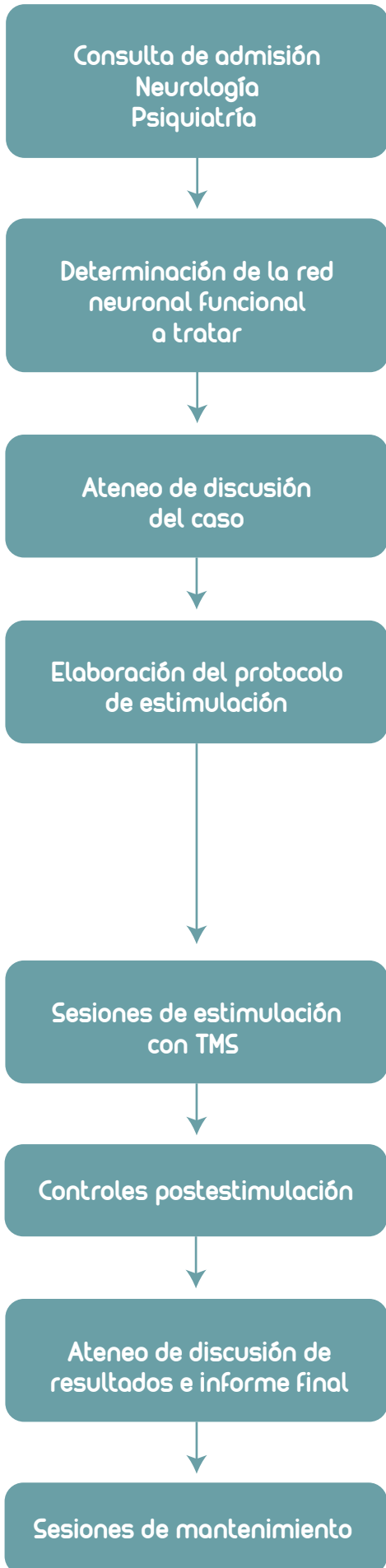
Neuromed emplea un dispositivo Magstim Rapid2: la bobina de estimulación magnética se posiciona sobre el cuero cabelludo apuntando a una región cortical definida según el trastorno a tratar. Los pulsos magnéticos generados por la bobina magnética actúan sobre la corteza cerebral activando o desactivando redes neuronales.



Con TMS se aplican pulsos magnéticos sobre la corteza cerebral con una frecuencia que puede variar, según el trastorno a tratar, entre 1 a 20 Hz, es decir, entre 1 a 20 pulsos magnéticos por segundo. Con frecuencias bajas, cercanas a 1 Hz, se inhiben redes neuronales que funcionan inadecuadamente por estar sobreactivadas, como pasa, por ejemplo, en muchos casos de autismo o tinnitus. Con frecuencias de estimulación mayores a 5 Hz se activan o potencian redes neuronales hipoactivas como suelen verse en retardos mentales, TDAH, trastornos de aprendizaje, afasias y secuelas de ACV.



# PROTOCOLO DE TRATAMIENTO CON ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL (TMS)



EEG

RMNF

Estudio de conectividad

Evaluación neuropsicológica



Sesión diaria de tratamiento total: 60 mtos.  
 Total de sesiones: 20-30  
 (5 sesiones semanales, total: 4 a 6 semanas)  
 Alternativa: 3 sesiones semanales  
 (total: 7 a 10 semanas)

EEG  
 RMNF  
 Estudio de conectividad  
 Evaluación neuropsicológica

