



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE PSICOLOGÍA CLÍNICA**

**ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL  
COMO ALTERNATIVA TERAPEUTICA EN EL  
TRATAMIENTO DE LA DEPRESION MAYOR**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE LICENCIADO(A) EN PSICOLOGÍA CLÍNICA**

**AUTORES: CINTHIA GUISEL GONZALEZ QUEZADA**

**WILSON ANDRES JIMÉNEZ SUÁREZ**

**DIRECTOR: MGS. LAURO ESTEBAN CAÑIZARES ABRIL**

**CUENCA-ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE PSICOLOGÍA CLÍNICA**

**ESTIMULACIÓN MAGNETICA TRANSCRANEAL COMO  
ALTERNATIVA TERAPEUTICA EN EL TRATAMIENTO DE LA  
DEPRESION MAYOR**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE LICENCIADO(A) EN PSICOLOGÍA CLÍNICA**

**AUTOR: CINTHIA GUISEL GONZALEZ QUEZADA**

**WILSON ANDRES JIMENEZ SUAREZ**

**DIRECTOR: MSG. LAURO ESTEBAN CAÑIZARES ABRIL**

**CUENCA-ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

**Cinthia Guisel González Quezada** portadora de la cédula de ciudadanía **Nº 1950051993** y **Wilson Andrés Jiménez Suarez** portador de la cédula de ciudadanía **Nº 1719557827**. Declaramos ser los autores de la obra: **“Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa terapéutica en el tratamiento de la depresión mayor”**, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que las mismas ha sido elaboradas respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **26 de febrero de 2024**

F: .....

**Cinthia Guisel González Quezada**  
**C.I. 1950051993**

F: .....

**Wilson Andrés Jiménez Suarez**  
**C.I. 1719557827**

## CERTIFICACIÓN

Yo Lauro Esteban Cañizares Abril, con cédula de identidad N° 0104610480 en calidad de Director del Trabajo de Titulación con el tema: **"Estimulación Magnética Transcranial como Alternativa Terapéutica en el Tratamiento de la Depresión Mayor"**, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cinthia Guisel González Quezada y Wilson Andrés Jiménez Suárez, bajo mi supervisión.



MSc. Lauro Esteban Cañizares Abril

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**DOCENTE DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA CLÍNICA**

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a mis padres Edgar y Viviana, los seres más preciados que tengo en el mundo, por estar en todo momento siendo mi bastón de apoyo inquebrantable durante mis estudios, por ser ejemplo de lucha, fortaleza y valentía.

A mi querido hermano Edgar Xavier y mi pequeña hermana Ayelen, su presencia en mi vida ha colmado mis días de alegría y complicidad. Juntos hemos enfrentado desafíos y celebrado triunfos, creando lazos irrompibles que atesoro con cariño, por todo eso y más, este logro es por ustedes. A mis abuelos por sus consejos y su amor.

**Cinthia Guisel Gonzalez Quezada**

Dedico este trabajo a mis padres, Wilson y Narcisa, cuya orientación, sabiduría, cariño y respaldo constante han sido la base sólida en mi trayectoria. Asimismo, dedico este trabajo a mis hermanos Cristhian, Jerson y Jonathan, cuyo apoyo ha sido invaluable en mi vida. A mi querida novia, que llena mi vida con amor y comprensión, este trabajo está dedicado a ti por ser mi fuente de inspiración constante. Tu apoyo incondicional y sabiduría han sido fundamentales en este recorrido. Gracias por ser mi compañera en este viaje, tu amor impulsa mis logros.

**Wilson Andres Jiménez Suárez**

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi gran agradecimiento a la Universidad Católica de Cuenca por haber sido mi guía en el camino del aprendizaje, proporcionándome no solo conocimientos, sino también valores que han enriquecido mi desarrollo personal y profesional.

Agradezco a Dios por ser mi guía constante, iluminando cada paso en este viaje académico y dándome fuerza en los momentos difíciles.

Quiero reconocer especialmente al Doctor Esteban Cañizares, mi tutor de tesis, cuya sabiduría y orientación meticulosa han sido fundamentales en la realización de este logro académico. Su dedicación ha dejado una marca indeleble en mi crecimiento intelectual.

Agradezco a mis queridos padres, a quienes les debo todo lo que soy, por su amor incondicional, sacrificio y constante apoyo. Su aliento ha sido la fuerza detrás de cada paso que he dado.

A mis hermanos, cuyo apoyo ha sido inquebrantable, y a mi amada novia, agradezco su comprensión, paciencia y constante aliento. Su presencia ha iluminado mi camino y ha dado un significado aún mayor a este viaje.

Este logro no es solo mío, sino de todos aquellos que han formado parte de mi vida, por ello les expreso mi más sincero agradecimiento con profundo sentimiento y gratitud.

**Wilson Andres Jiménez Suárez**

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Católica de Cuenca, cuyos valores y enseñanzas han moldeado mi experiencia académica de manera invaluable. Agradezco a Dios por ser mi guía constante, iluminando mi camino durante estos años de aprendizaje.

Un reconocimiento especial se merece mi dedicado tutor de tesis, Mgs. Lauro Cañizares, cuya sabiduría y orientación fueron fundamentales para el éxito de este proyecto. Sus consejos y apoyo han dejado una marca indeleble en mi desarrollo académico y profesional.

No puedo pasar por alto el amor incondicional y el respaldo constante de mis queridos padres. Su sacrificio y aliento han sido el motor que impulsa cada logro alcanzado. A ellos, mi gratitud eterna por ser mis pilares.

Este logro académico no solo es mío, sino de todos aquellos que han contribuido a mi formación.

**Cinthia Guisel Gonzalez Quezada**

## INDICE

Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción .....	10
1.2. La Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa de abordaje de la depresión mayor.....	13
1.3. La inducción electromagnética como herramienta de modulación neuronal .....	13
1.4 Pregunta de investigación .....	14
1.5 Justificación.....	14
1.6 Objetivos.....	15
1.6.2 Objetivos específicos:.....	15
2. Metodología.....	16
2.3. Criterios de selección .....	16
2.4. Criterios de exclusión:.....	16
Desarrollo .....	16
La neuromodulación no invasiva, técnicas y herramientas. ....	16
La Estimulación Magnética Transcraneal en el contexto de su aplicabilidad Clínico-Terapéutica.....	17
Principios de inducción electromagnética .....	18
Aplicabilidad de la EMT en la depresión mayor .....	20
Evaluación de los umbrales motores y examen miográfico.....	21
Principales hallazgos a favor/ contra de la EMT en el tratamiento de la depresión mayor. ....	22
Conclusión .....	30
Referencias .....	33

### **Resumen**

El presente trabajo de titulación ostenta una revisión documental que describe y analiza la importancia de la Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa terapéutica en el tratamiento de la depresión mayor. Se exploran los diferentes aportes y beneficios que este tratamiento proporciona en términos de salud y bienestar.

La EMT ha surgido como una novedosa opción terapéutica para abordar esta enfermedad. Esta técnica no invasiva ha generado un gran interés en la comunidad médica y científica debido a sus posibles beneficios en la salud mental y el bienestar de los pacientes. La revisión documental realizada en este trabajo de titulación no solo se centra en describir y analizar la importancia de la EMT, sino que también explora las bases teóricas y los fundamentos científicos que respaldan su eficacia. Se examinan detalladamente los mecanismos neurofisiológicos involucrados en la EMT, así como los resultados de estudios clínicos que han evaluado su efectividad en el tratamiento de la depresión mayor. Además, se aborda la seguridad y tolerabilidad de este enfoque terapéutico, junto con las consideraciones éticas y legales que rodean su aplicación. En resumen, este trabajo ofrece una visión integral y actualizada de la EMT como una opción terapéutica prometedora, resaltando su potencial para mejorar la calidad de vida de las personas que padecen de depresión mayor.

**Palabras clave:** Estimulación Magnética Transcraneal, neuromodulación no invasiva, depresión mayor, ensayos clínicos aleatorizados, evidencia clínica.

### **Abstract**

This work is a documentary review that describes and analyzes the importance of Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) as a therapeutic alternative in the treatment of major depression. This treatment's different contributions and benefits regarding health and well-being are explored. TMS has emerged as a new therapeutic option to address this disease. This non-invasive technique has generated significant interest in the medical and scientific community due to its potential benefits on patients' mental health and well-being. The documentary review conducted in this research focuses on describing and analyzing the importance of TMS and explores the theoretical foundations and scientific principles that support its efficacy. The neurophysiological mechanisms involved in TMS are examined in detail, and the results of clinical studies have assessed its effectiveness in treating major depression. Additionally, the safety and tolerability of this therapeutic approach and the ethical and legal considerations surrounding its application are addressed. In summary, this work offers a comprehensive and updated view of TMS as a promising therapeutic option, highlighting its potential to improve the quality of life of people suffering from major depression.

**Keywords:** Transcranial magnetic stimulation, non-invasive neuromodulation, major depression, randomized clinical trials, clinical evidence

## Introducción

### **1.1. La depresión mayor como problemática de salud pública: aproximación teórico – conceptual**

La depresión mayor representa un desafío psicopatológico de alto impacto a nivel mundial, tanto por su sintomatología, como por sus costes de tratamiento a nivel farmacológico y psicoterapéutico respectivamente, así mismo, esta enfermedad representa una de las causas principales de suicidio en el mundo indistintamente de la edad, el género y el estatus social de quienes la padecen, constituyéndose como un problema de salud pública que demanda soluciones eficaces y sostenibles (Kraus et al., 2019).

En este sentido, la American Psychiatric Asociación (2014), señala que a nivel emocional, las personas bajo tal condición, experimentan un notorio declive de ánimo la mayor parte del día, durante un lapso continuo de mínimo 2 semanas, lo que genera aislamiento social con poca o nula participación en las actividades que eran de interés para el sujeto antes del diagnóstico, además, esta condición puede ser comórbida, acompañándose de trastornos del sueño (insomnio, terrores nocturnos, etc.), ansiedad, o incluso delirios asociados a la sentimientos de culpabilidad excesiva.

En esta misma línea, Uchida et al. (2018), sostienen que, la heredabilidad del trastorno depresivo mayor recaería sobre un 38 % de pacientes diagnosticados, lo que no deja de ser un factor alarmante, así como también las variables ambientales podrían aumentar el riesgo de padecer depresión mayor, ya sea por eventos estresantes de orden socio-familiar, económico, cultural, nutricional o incluso geográfico.

Por su parte, Cruzblanca Hernández et al. (2016), han manifestado que, a nivel neurofisiológico, los principales neurotransmisores afectados por esta enfermedad, y que en consecuencia demandan un abordaje normalmente psicofarmacológico son: la serotonina, encargada de activar la sensación de bienestar físico y emocional en un organismo integralmente funcional., y que bajo condiciones depresivas, experimenta una reducción significativa tanto a nivel de producción, liberación y receptación neurosináptica.

En este mismo sentido, Rincón y Gracia (2020), mencionan que la dopamina en niveles bajos, se asocia igualmente con trastornos depresivos, en tanto ésta activa las experiencias de placer (físico y emocional), por lo que su reducción ante una desregulación de carácter depresivo, afectaría el sistema de recompensa, acarreando con ello, problemas como la anhedonia y la desmotivación, criterios sintomatológicos característicos de la depresión mayor.

Adicionalmente, Berenzon et al. (2013), sostienen que variables sociodemográficas como el género y la edad parecen determinantes en relación a la prevalencia de la depresión mayor a nivel mundial, ya que se ha demostrado que esta enfermedad parece tener un patrón más elevado de remisión entre el género femenino en contraposición al masculino. Del mismo modo, en relación a la edad, la población adolescente manifestaría una prevalencia notoriamente superior en relación a otros grupos etarios.

La Organización Mundial de la Salud (2023), menciona que, a nivel global, el porcentaje de población que padece de depresión mayor ya supera los 280 millones de personas, por lo que resulta impactante reconocer que, al año, existe un aproximado de 700 mil personas que ceden a este trastorno y sus consecuencias, mismas que ponen en riesgo la integridad psico emocional y física del paciente y su entorno.

Por ejemplo, en China, la prevalencia de trastorno depresivo se encuentra aproximadamente en un 2.01 % de su población, es decir; un aproximado de 54.5 millones de habitantes bajo diagnóstico (Corona Miranda et al., 2016), así también, en Estados Unidos, se estima que 1 de cada 10 personas padecen depresión, traducándose en un 17% de la población mundial, es decir; 60 millones de personas (Pérez-Padilla et al., 2017).

A nivel latinoamericano, se estima que casi el 6 % de la población sufre de depresión, (OMS, 2023; OPS 2017), dentro de este total, países como Brasil, Colombia, Chile y México resultarían como los más afectados, con porcentajes oscilando entre el 6.2% y el 12% respectivamente, cifras alarmantes considerando la cantidad de habitantes promedio de la región (630 millones aprox).

En esta misma línea, Corea Del Cid (2021), manifiesta que los países en vías de desarrollo, serían más propensos a padecer trastornos del estado de ánimo como la depresión mayor, en respuesta a variables propias de la realidad socioeconómica de los mismos, como la alta tasa de desempleo, la injusticia social, la pobreza, los embarazos no deseados, entre otros factores que resaltan más en estos países frente a otros a nivel mundial.

En el Ecuador, la depresión ocupa el primer lugar como causa de discapacidad, alcanzando las 756 mil personas afectadas, ante lo cual, el Gobierno Nacional ha intentado, con poco éxito, disminuir esta prevalencia a través de la implementación de servicios gratuitos de asesoría psicológica comunitaria y vía telefónica, aunque lamentablemente la iniciativa no acapara ni resuelve el problema en su totalidad (Muñoz et al., 2021).

En complemento, el Ecuador cuenta con un aproximado de 3.155 profesionales de la salud mental trabajando en los DECE de las instituciones educativas, cifra que ante los aproximadamente 4.2 millones de estudiantes en el país, sugiere que por cada psicólogo

existen 1300 alumnos, lo que resulta alarmante en tanto la demanda sobrepasa significativamente la oferta, necesitándose al menos 7500 profesionales de la salud mental en todo el país para tratar de equiparar estas cifras y poder garantizar una mejor atención (MINSAL, 2017).

## **1.2. La Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa de abordaje de la depresión mayor**

La EMT, es una alternativa terapéutica que forma parte de las técnicas de neuromodulación cerebral no invasivas que gracias a sus avances científicos se ha logrado posicionar como una herramienta de uso multidisciplinario que podría facilitar la reorganización funcional cerebral y la recuperación clínica de pacientes con enfermedades tanto psicoemocionales como neuropatológicas (Burguete-Castillejos et al., 2022).

En este sentido, la EMT se establece para ayudar a pacientes con diagnósticos psicopatológicos, con la gran diferencia que es un tratamiento indoloro donde a través de una bobina de estimulación se desplaza una corriente eléctrica condensada lo que genera un campo magnético controlado por el especialista que, a su vez, induce sobre la corteza cerebral, una corriente de segundo orden, con la capacidad de activar o inhibir la polarización de la membrana neuronal y su consecuente regulación sináptica, aliviando con ello, la sintomatología manifiesta (León-Sarmiento et al., 2013).

## **1.3. La inducción electromagnética como herramienta de modulación neuronal**

En la década de 1830, gracias a 2 científicos de gran renombre en la actualidad, M. Faraday y J. Henry, descubrieron que al provocar campos magnéticos variables estaban generando distintos potenciales que inducen una diferencia de potencial en un conductor y esto puede hacer que fluya corriente a través de un circuito (Hoyos & Pocoví, 2014).

En este sentido, La Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) utiliza estos principios, mismos que con el pasar de los años y la investigación se ha podido poner en énfasis que su aplicación continua es capaz de modificar la excitabilidad de la corteza del cerebro con fines terapéuticos a largo plazo, particularmente en personas con trastornos del estado de ánimo, como la depresión mayor.

En esta línea, los alcances de la EMT parecen equiparar o incluso superar los obtenidos por abordajes estandarizados como la psicofarmacología o los modelos psicoterapéuticos convencionales, mismos que, aunque suelen aplicarse como primera opción de tratamiento, mantienen limitaciones de relevancia como los costes, el tiempo que demandan, los efectos colaterales, el potencial riesgo de dependencia, la refracción, entre otros.

Sin embargo, la literatura defiende que los efectos de la EMT parecen fortalecerse al ser combinados con las terapias ya mencionadas, particular que demanda en este sentido, un acercamiento tanto teórico como práctico a nivel investigativo, y sobre el cual se justifica la presente propuesta de revisión bibliográfica (Almudí García et al., 2016).

#### **1.4 Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los principales hallazgos a favor de la Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa terapéutica en el tratamiento de la depresión mayor?

#### **1.5 Justificación**

Una vez descritas las variables de estudio y expuesta la problematización asociada a la depresión tanto a nivel epidemiológico como semiológico y terapéutico, en particular en lo relacionado a los retos y limitaciones de los enfoques de abordaje estandarizados, resulta importante, como se ha mencionado, profundizar y fortalecer el conocimiento teórico y

práctico respecto de modelos alternativos no farmacológicos en pro de nuevas y más eficaces formas de intervención terapéutica de la psicopatología.

En este sentido, la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT), a pesar de ser una herramienta relativamente nueva, cuenta con múltiples investigaciones a su favor, si bien ahondar tanto sobre sus beneficios como sobre sus limitantes, es aún un desafío académico y científico, que aspiramos robustecer con este trabajo.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General:**

- Analizar a nivel bibliográfico, la eficacia de la Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa terapéutica en el tratamiento de la depresión mayor.

### **1.6.2 Objetivos específicos:**

- Describir las principales características de la Estimulación Magnética Transcraneal en el contexto de su aplicabilidad clínica terapéutica.
- Sistematizar mediante un Estado del Arte, los principales hallazgos empíricos a favor y/o en contra de la Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa terapéutica en el tratamiento de la depresión mayor.

## **2. Metodología**

### **2.1 Diseño de investigación**

**Nuestra propuesta de investigación es de carácter bibliográfico de enfoque descriptivo**

### **2.2. Estrategias de búsqueda**

Se seleccionaron artículos científicos desde el repositorio de la Universidad Católica de Cuenca y el acceso a revistas de alto impacto: PubMed y Web of Science, utilizando los operadores booleanos “AND” y “OR” haciendo una combinación correcta de las palabras claves en inglés, español y portugués descritas a continuación: Estimulación Magnética Transcraneal, neuromodulación no invasiva, depresión mayor, ensayos clínicos aleatorizados, beneficios terapéuticos, evidencia clínica.

### **2.3. Criterios de selección**

Artículos científicos, ensayos clínicos aleatorizados y controlados publicados a partir del mes de septiembre del año 2013 en inglés, español y portugués, mismos que hayan utilizado participantes con diagnóstico de depresión mayor sometidos a procesos de EMT y tratamientos de control.

### **2.4. Criterios de exclusión:**

Se excluyeron publicaciones en idiomas distintos de los seleccionados, tesis universitarias de pregrado, estudios de caso, investigaciones fuera del contexto de la neuromodulación no invasiva como tratamiento experimental.

## **Desarrollo**

### **La neuromodulación no invasiva, técnicas y herramientas.**

Según, Zeng et al. (2020) la neuromodulación no invasiva es una técnica que a través de micro corrientes eléctricas, permiten modular la actividad neuronal de zonas del cerebro en poblaciones afectadas neurológica y psiquiátricamente, como en el caso de pacientes bajo diagnóstico de depresión mayor o de carácter refractario.

Así mismo, Baptista et al. (2020) ponen en énfasis sobre las mejoras significativas que la evidencia científica proporciona mediante ensayos clínicos respecto del potencial de la neuromodulación no invasiva en el abordaje de la depresión, al sugerir efectos curativos similares a los obtenidos con farmacología antidepresiva, esto es respaldado por Antal et al. (2022), al manifestar que en un lapso de 3 a 6 semanas, pueden notarse grandes avances que permiten incluso, reducir significativamente el uso de medicamentos que a largo plazo pueden generar dependencia.

En esta misma línea, Sauvaget et al. (2022) añaden que al iniciar este procedimiento es importante que el paciente vaya registrando su estado de ánimo diariamente para poder ajustar el tratamiento de manera eficiente, complementariamente, Zibly et al. (2020) explica la importancia de la estimulación excitatoria e inhibitoria en la depresión con el objetivo de normalizar el desequilibrio neurosináptico hemisférico, una característica propia del trastorno de depresión.

### **La Estimulación Magnética Transcraneal en el contexto de su aplicabilidad Clínico-Terapéutica**

Los autores Klomjai et al. (2015), indican que la estimulación magnética transcraneal (EMT), concentra corrientes eléctricas en una pequeña área generando campos magnéticos pulsantes. Los dispositivos de estimulación magnética consisten, por tanto, en un sistema de generadores que logran generar un alto voltaje y a su vez emitir pulsos de corriente breves hacia una bobina de estimulación que puede tener una forma de ocho o de anillo aplanado, que se coloca sobre el cuero cabelludo. Estos pulsos generan un campo magnético cambiante de corta duración y alta intensidad, que a su vez producen corrientes eléctricas con una intensidad específica sobre los tejidos cerebrales del paciente haciendo que se active la despolarización neuronal.

En esta misma línea, Croarkin y MacMaster (2019), mencionan que, a diferencia de la estimulación eléctrica, en la EMT, el cráneo no es un factor que genera resistencia, así que permite que se dé una estimulación mucho más focalizada y centrada en el problema. Sin embargo, el campo magnético disminuye a medida que se aleja del anillo, limitando el efecto directo de la despolarización a una profundidad de aproximadamente 2 cm debajo de la superficie del cerebro.

Complementariamente, Leon-Sarmiento et al. (2013) exponen que la estimulación de la corteza motora mediante la EMT produce la despolarización de los axones de las neuronas piramidales, lo que produce una activación de grupos neuronales en las vías que generan movimiento, proceso necesario para la identificación del umbral motor del paciente previo

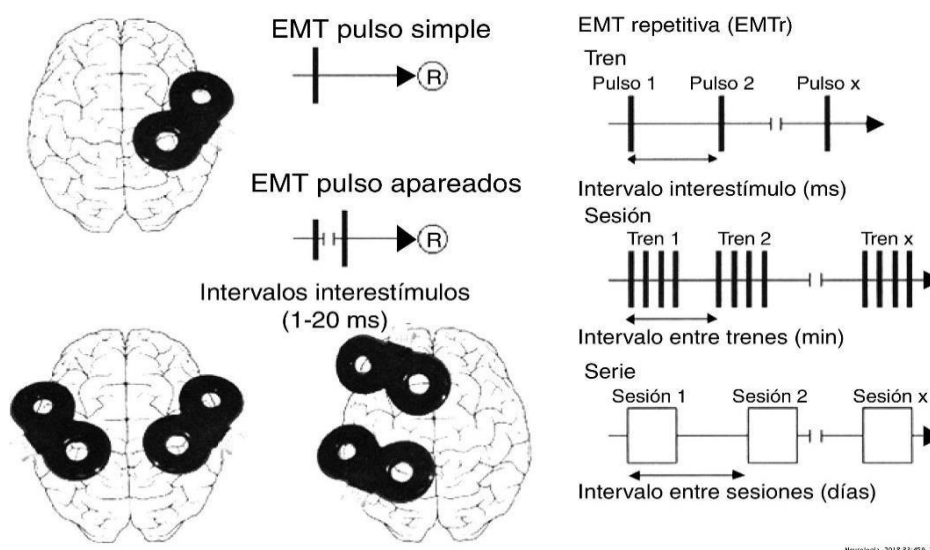
inicio de su tratamiento a nivel de los músculos de la mano contralateral al hemisferio estimulado. En este sentido, la intensidad de la estimulación magnética se expresa generalmente como un porcentaje del umbral motor de cada sujeto.

En esta misma línea, la Administración de Alimentos y Medicamentos (2018), y la organización Mundial de la Salud, han aprobado el uso y comercialización de la EMT para el tratamiento de la depresión y el dolor crónico desde el año 2008, asociando esta alternativa con la reducción del consumo de psicofármacos.

La estimulación magnética se aplica de forma individual, y los protocolos utilizados pueden ser los de EMT de pulso simple, los de pulso repetitiva (EMTr). La EMTr puede ser lenta, cuando la frecuencia de estimulación desciende o es menor a 5 estímulos generados por segundo (5 Hz), o rápida, cuando la frecuencia es mayor, esto se explica mejor en la Figura 1 expuesta a continuación.

**Figura 1**

*Tipos de Estimulación Magnética Transcranial: Modelo Básico de Aplicabilidad Terapéutica*



**Nota:** Tipos de Estimulación Magnética Transcranial y su aplicabilidad clínico-terapéutica (Brandt et al., 2021).

## Principios de inducción electromagnética

Según Noohi & Amirjalari (2016), lo que conocemos hoy en día como Principio de Inducción Electromagnética (Fig. 2) fue desarrollada por Michael Faraday en la década de los 80. Este descubrimiento establece la semejanza que existe entre un campo de origen magnético que varía en el tiempo y el campo de origen eléctrico que se genera como resultado de estos

cambios. la Ley de Faraday explica cómo un campo de origen magnético que se encuentra en movimiento puede inducir la aparición de un campo eléctrico en un conductor cercano. Este fenómeno es fundamental en la comprensión de la generación de corriente eléctrica mediante la interacción entre campos magnéticos y conductores.

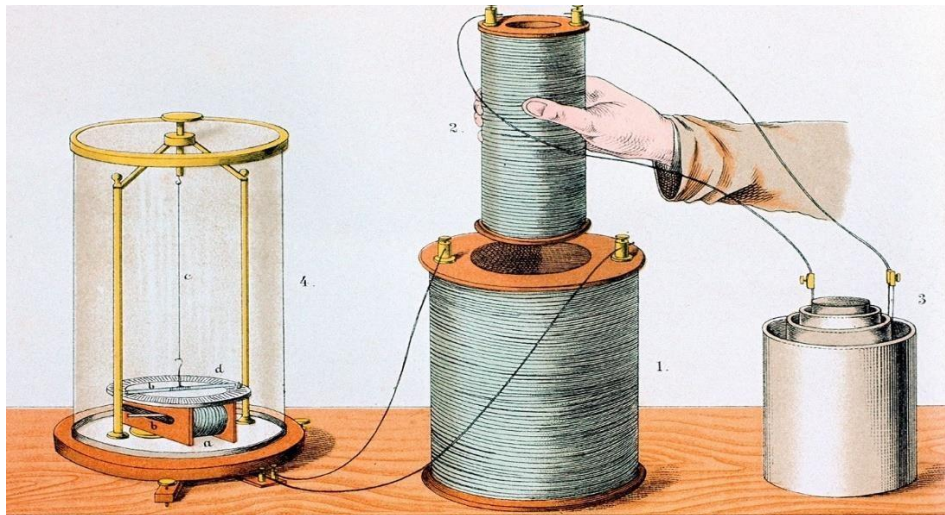
En esta misma línea, Al-Khalili (2015), pone en manifiesto la formulación de esta ley:

$$(F.E.M.). (\mathcal{E}) = (d\phi/dt)$$

Donde F.E.M. hace referencia a la fuerza electromotriz y  $(d\phi/dt)$  por otra parte representa la tasa de diversificación temporal del flujo magnético.

**Figura 2**

*Principios de Inducción Electromagnética*



**Nota:** Explicación de la ley de Michel Faraday: Una batería se encuentra suministrando una corriente eléctrica hacia una bobina lo que da como resultado que se genere un campo de magnetismo gracias a las aspiraciones de la bobina que son aquellos cables delgados metálicos que se encuentran envueltos en su propio eje. Una vez que esta bobina se mueva hacia adentro y afuera de la bobina con más tamaño, su campo magnético (que cambiaba en el tiempo debido al movimiento) genera un voltaje en la bobina grande que puede ser medido con un galvanómetro (León Ruiz et al., 2022)

En esta misma línea, Mikellides et al. (2021) explican que la inducción electromagnética activada en una bobina que promueve la estimulación, es la que activa el campo magnético y a su vez el incremento o disminución de este campo magnético es el que va a incitar el flujo de corriente hacia los estímulos cercanos a éste.

Así mismo, Saha et al. (2023), afirman que la forma de las bobinas electromagnéticas utilizadas en la EMT va a determinar el espacio o área que se va estimular, por ejemplo; si se cuenta con una bobina circular, el área en donde se realizará la estimulación va a ser mucho más amplia en comparación a utilizar una bobina en forma de 8, la cual estimula áreas más pequeñas, ya que su rango es de  $1\text{cm}^2$ , lo que sería una bobina de excitación-recepción más profunda, es por ello que existen diferentes tipos de técnicas y protocolos a seguir al momento de utilizar la EMT.

### **Aplicabilidad de la EMT en la depresión mayor**

La Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) se utiliza frecuentemente como tratamiento antidepresivo en casos de depresión resistente al tratamiento, o en pacientes que no han respondido o tolerado medicamentos antidepresivos en ensayos previos o incluso si no han sido diagnosticados con depresión resistente al tratamiento. Aunque no se comprende completamente cómo la EMT ejerce su efecto antidepresivo, se sugiere que la estimulación magnética repetitiva (EMTr) tiene un efecto antidepresivo al alterar los niveles neuroquímicos, el flujo sanguíneo y otras actividades cerebrales (Roberts et al., 2019).

En esta misma línea, Girardeau & Lopes-Dos-Santos (2021), describen 2 protocolos estándar de EMT: Estimulación de alta frecuencia (HF); que tiene efectos principalmente excitatorios., y Estimulación de baja frecuencia (LF), con efectos inhibitorios. Además, se han introducido protocolos como el Theta Burst (TBS), que se basan en el ritmo theta endógeno del cerebro. Los protocolos TBS han demostrado producir efectos más potentes, consistentes y duraderos en la fisiología cortical que los protocolos EMT regulares, aunque se necesita comprender mejor las respuestas individuales a estos protocolos para optimizar la respuesta clínica.

En cuanto a los procedimientos y protocolos, la EMT generalmente requiere operadores bajo supervisión médica. Para el trastorno depresivo mayor, los protocolos estándar implican sesiones diarias entre semana, con un curso convencional de entre 20 y 30 sesiones por protocolo, realizado durante 4 a 6 semanas. La intensidad del tratamiento se determina utilizando el umbral motor en reposo, y se han desarrollado métodos de focalización para estimular diferentes estructuras cerebrales (Galinsky & Frank, 2023).

Según Guerra et al. (2020), en términos de eficacia, predicción de respuesta, durabilidad de la respuesta y mantenimiento, la EMT ha mostrado una eficacia similar entre los protocolos HF y LF, pero aún se necesita comparar los estudios a gran escala. Actualmente

no existe un consenso claro con respecto a la predicción de la respuesta, y la durabilidad de la respuesta varía entre los estudios. Además, no hay consenso sobre si el mantenimiento es necesario para prevenir la recaída y cuál es el régimen de mantenimiento óptimo.

Es importante destacar que la EMT ha sido objeto de numerosos estudios que informan sobre su eficacia para el trastorno depresivo mayor, y se continúa investigando para comprender mejor su aplicación clínica y optimizar los resultados terapéuticos (Fitzgerald et al., 2020).

Sin embargo, Lou et al. (2017) mencionan que también existen riesgos asociados al uso de EMT con la bobina electromagnética. Durante el tratamiento, se pueden experimentar molestias e incluso algo de dolor en el cuero cabelludo debido al golpeteo rápido y la corriente de alta intensidad generada por la bobina. Además, la EMT no se puede ofrecer a pacientes con prótesis de metal en su cuerpo, ya que estos podrían verse afectados por el campo magnético. Aunque los efectos secundarios son poco frecuentes, el dolor de cabeza es el más reportado, y en la mayoría de los casos, los individuos completan el tratamiento con EMT a pesar de estos efectos.

### **Evaluación de los umbrales motores y examen miográfico**

Según León Ruiz et al. (2022), se deben evaluar los umbrales motores de cada paciente para poder detectar el nivel de intensidad electromagnética que se necesita para llevar el tratamiento correctamente, así mismo, Guzmán-Muñoz & Méndez-Rebolledo (2018), explican que a estas evaluaciones de exámenes umbrales se les denomina: *examen miográfico que es una disciplina encargada de detectar y analizar el porcentaje de electricidad que debe pasar a través de la bobina para generar un cambio de potencial neurosináptico en el paciente.*

En esta misma línea, Gómez et al. (2020) mencionan la importancia del examen miográfico cada 5 sesiones de EMT ya que esto va a permitir identificar la necesidad de mantener, aumentar o disminuir la intensidad de la corriente eléctrica hacia la bobina.

En síntesis, el examen miográfico es muy importante para regular y mantener un nivel de corriente estable o variar en caso de que se necesite por este motivo en todos los protocolos existentes de la Estimulación Magnética transcraneal se debe utilizar este examen para mantener un equilibrio y ayudar al paciente, esto se realiza antes de iniciar con la sexta sesión de EMT con la finalidad de comprobar si en esa precisa sesión ya se necesita variar o se mantiene igual que al principio, aunque previo a este proceso la bobina debe estar en un ángulo

de inclinación de 45 grados para un mejor resultado, luego se procederá a la respuesta motora lo que nos dirá la intensidad con la que se va a trabajar.

### **Principales hallazgos a favor/ contra de la EMT en el tratamiento de la depresión mayor.**

Durante la última década, la producción científica relacionada con la aplicación de la Estimulación Magnética Transcraneal como una alternativa de tratamiento para problemas psicoemocionales como la depresión mayor, ha alcanzado cantidades significativas de ensayos publicados. Algunos de los hallazgos de mayor relevancia se describen a continuación.

*Eficacia de la Estimulación Magnética Transcraneal sintetizada a través de un estado de arte actualizado.*

<b>Autor/es</b>	<b>Muestra</b>	<b>Parámetros de abordaje</b>	<b>Herramientas de medición</b>	<b>Resultados</b>
Akpınar et al. (2022)	N= 38 pacientes entre hombres y mujeres con diagnóstico depresivo mayor resistente al tratamiento DSM-V (F32.0)	<b>Grupo activo simulado y de control</b> Contó con un total de 20 sesiones que se realizaron 2 veces por día con una duración de 4 semanas, además se contó con 20 sesiones más de EMT de manera simulada	<b>Cada uno de los reactivos que se describen a continuación fueron usados en total 3 veces: antes de iniciar el tratamiento, durante el tratamiento que es la fase cruzada de tratamiento normal y simulada y al finalizar el tratamiento.</b>	Una vez finalizada la investigación se obtuvieron los siguientes resultados: El grupo 1 que recibió la EMT normal al principio tan solo el 30 % presentó mejoría en su sintomatología depresiva, y en las sesiones simuladas posteriores se obtuvo un 65% de mejoría en sus síntomas.
<b>Lugar donde se realizó el estudio:</b> Clínicas de atención ambulatoria de la facultad de Medicina perteneciente a la Universidad de Pamukkale	<b>Grupo 1:</b> 20 pacientes que recibieron EMT normal al principio de alta frecuencia y culminaron con 20 sesiones simuladas.  <b>Grupo 2:</b> 18 pacientes que recibieron EMT simulada en su corteza dorsolateral izquierda, sin modificar su tratamiento farmacológico y 20 sesiones normales de EMT al terminar las sesiones simuladas.	Se estimuló la corteza prefrontal dorsolateral izquierda con una frecuencia de 10 Hz, luego se procedió con un tratamiento de 40000 pulsos de los cuales 20000 fueron en el tratamiento normal y otros 20000 en el simulado.  En la primera sesión se pudo determinar la intensidad de la duración del tratamiento mediante la medida del umbral motor y se concretó en 110% con una inclinación de la bobina de 45 grados	Se utilizó la escala de depresión de Hamilton que es un reactivo psicométrico creado en 1960 para medir la gravedad de los síntomas depresivos.  Escala de ansiedad de Hamilton para probables casos de ansiedad asociados al estrés y la depresión.  Formulario de datos sociodemográficos para evaluar el estado de similitud que existía entre los participantes y así obtener una mejor muestra.	En el grupo 2 quienes recibieron primero la EMT simulada se obtuvieron los siguientes valores: El 22.2% respondieron de manera factible al tratamiento simulado y el otro 38.8% respondieron bien al tratamiento normal de EMT.  Una vez que ambos grupos se unificaron en uno solo se realizó otra evaluación y se llegó a la conclusión que el 63% de los pacientes respondieron al tratamiento, otro 7 % respondió de manera parcial, un 8% no tuvo una respuesta significativa.  En síntesis, el estudio nos muestra una reducción significativa de la depresión del total de la muestra, ya que al evaluar Hamilton por 3ra vez las puntuaciones del grupo 1 bajaron de 10 a 5 y del grupo 2 de 12 a 6 lo que crea la posible hipótesis de que aquellas personas que recibieron al principio la EMT normal tuvieron

**Cada sesión de EMT se la realizó de la siguiente manera:**

25 secuencias repetitivas de 10 Hz, cada secuencia tuvo una duración de 2.5 segundos y el intervalo de cada secuencia fue de 20 segundos, es así que cada sesión tuvo una duración de 10 minutos.

una mejor respuesta de aquellos que recibieron EMT simulado al comienzo, todo esto se respalda por los reactivos psicológicos aplicados al final.

Yesavage et al. (2018).	<p><b>La muestra fue de 164 veteranos de guerra diagnosticados con depresión mayor.</b></p>	<p><b>Todos los miembros encargados de realizar este estudio, incluidos los participantes estaban cegados, es decir no sabían que era un grupo activo y otro simulado, esto con la finalidad de no alterar los resultados de esta investigación.</b></p>	<p>Antes durante y después de finalizar la investigación se evaluó en compañía de profesionales de la salud mental el grado de depresión de los participantes y para ello se utilizaron los siguientes reactivos.</p>	<p>Al finalizar la investigación se obtuvo como resultado que 33 de los 81 participantes que pertenecían al grupo activo de EMT tuvieron una remisión de los síntomas depresivos, por ello al realizarles los reactivos psicométricos se pudo evidenciar que las puntuaciones eran menores a 10 lo que se refiere a un malestar clínicamente significativo muy bajo que no interrumpe en sus actividades cotidianas.</p>
<p><b>Lugar donde se realizó el estudio:</b></p> <p>Diferentes centros médicos para veteranos de Estados Unidos.</p>	<p><b>Grupo 1:</b></p> <p>Consto de 81 participantes para el tratamiento de EMT activa.</p>	<p><b>Grupo activo</b></p> <p>Se estimuló la corteza prefrontal dorsolateral izquierda con una intensidad de 10 Hz a un 120% de umbral motor medido, así mismo se establecieron 4000 mil pulsos por cada sesión con una duración de 20 a 30 intervenciones.</p>	<p>Historial de tratamiento antidepressivo- Formulario (ATHF): La mayoría de pacientes que se inscribieron a este estudio ya se encontraban recibiendo tratamiento farmacológico y psicoterapéutico por lo que era necesario saber el tiempo y la duración de los mismos.</p>	<p>El resto de participantes de la muestra presentaron muy poca reducción de sus síntomas depresivos.</p>
	<p><b>Grupo 2:</b></p> <p>83 participantes fueron puestos al azar en este grupo para aplicar EMT simulada.</p>	<p>Se aplicó en bloques de 5 sesiones durante un lapso de tiempo de 5 a 12 días.</p>	<p>Escala de depresión de Hamilton para evaluar el grado y la intensidad de los síntomas depresivos en los pacientes.</p>	<p>En el grupo simulado de 83 participantes 31 de ellos presentaron remisión de sus síntomas, los otros 52 no presentaron mejoras significativas.</p>
		<p><b>Grupo simulado de control</b></p>	<p>Escala de calificación e ideación del suicidio.</p>	<p>En síntesis, 64 participantes del total de la muestra presentaron buenos resultados en su sintomatología, sin embargo, aquí hay un aporte significativo a tomar en cuenta:</p>
		<p>Se utilizó una bobina modificada llamada Cool-B65-A/P cada lado tenía una función diferente y el lado A fue utilizada en el grupo activo y el lado P en el grupo simulado que generaba el placebo.</p>		<p>El grupo que recibió la EMT activa tuvo una remisión de sus síntomas sostenida, por otro lado, los participantes que recibieron EMT simulada su sintomatología volvió a aparecer unas pocas semanas después.</p>
Kim et al. (2019)	<p><b>La muestra fue de 139 mujeres embarazadas con diagnóstico de depresión mayor DSM-V</b></p>	<p><b>Grupo activo o de control:</b></p> <p>Para la elaboración de este estudio se tomó en consideración como base al trastorno depresivo mayor,</p>	<p><b>Todos los participantes antes de iniciar con el proceso de tratamiento con EMT fueron evaluados por psiquiatras y psicólogos</b></p>	<p>Durante el transcurso de esta investigación fueron muy pocas las mujeres que se retiraron por problemas de tiempo, otras no completaron las 20 sesiones, pero al llegar hasta la número 17</p>

<p>Estudio realizado y aprobado por la junta de revisión institucional de la universidad de Pensilvania.</p>	<p><b>(F32.0) y una edad gestacional de 14 a 35 semanas. Sin embargo, por factores multicausales la muestra se redujo hasta 31 participantes.</b></p>	<p>aunque también se aceptaron pacientes con trastornos de ansiedad comórbidas siempre y cuando se determinara clínicamente si el diagnóstico de depresión mayor era el primario.</p>	<p><b>para confirmar el diagnóstico de TDM y la gravedad de su sintomatología, para ello se utilizó los siguientes reactivos psicométricos.</b></p>	<p>se les hizo valido para la discusión final.</p>
	<p><b>Grupo 1</b></p>	<p>Se excluyeron a pacientes con trastornos convulsivos previos, que tengan alguna enfermedad cardiaca o complicaciones obstétricas.</p>	<p>Inventario de Depresión y ansiedad de Beck en donde se obtuvo un valor de 17 que representa un nivel elevado de depresión y ansiedad consecutivamente.</p>	<p>Uno de los principales efectos secundarios fueron el dolor de cabeza, mareos y nauseas que desaparecieron tras unos minutos de terminar cada sesión de EMT.</p>
	<p>Conformado por 15 participantes los cuales fueron sometidos a la EMT activa.</p>	<p>A las participantes de este estudio se les aplico 20 sesiones diarias de Estimulación Magnética Transcraneal enfocado en el lóbulo prefrontal dorsolateral derecho, con una duración de 15 minutos los 5 días de la semana.</p>		<p>la investigación se prolongó considerablemente debido al seguimiento que se les dio a las mujeres post parto como una medida de seguridad. Así mismo, se encontraron mejoras significativas ya que terminadas las 20 sesiones se reunió a ambos grupos y se volvió a evaluar con los reactivos antes realizados y se encontró que las puntuaciones bajaron de 17 a 8 que es aproximadamente una reducción del 50% en el grupo de EMT activo.</p>
	<p><b>Grupo 2:</b></p>	<p>La intensidad de la EMT activa fue de 1 Hz con 900 pulsos totales como tren único con una duración de 4 semanas lo que resulta en una dosis total de 18 mil pulsos.</p>	<p><b>Grupo activo simulado:</b></p>	<p>Sin embargo, el grupo que recibió EMT simulado la reducción de los síntomas fue de un 30 % y aunque esto no representa una diferencia significativa es importante destacar la pequeña diferencia que tiene la EMT activa.</p>
	<p>Conformado por 16 pacientes que fueron parte del grupo de control de EMT simulada.</p>	<p>Para este grupo se utilizó una bobina falsa que albergaba un mecanismo protector que permitía desviar los campos magnéticos.</p>		<p>En síntesis, no podemos argumentar que la EMT es totalmente eficaz para el tratamiento de la depresión mayor porque existen muchas limitantes y aún más al tratarse de mujeres gestantes ya que solo existe 1 estudio en donde se le aplicó una intensidad mayor a una mujer que estaba con medicación (venlafaxina), también se estimuló la zona izquierda y esta persona dio a luz a las 36 semanas por lo que se planteó solo la posible hipótesis de parto prematuro.</p>
<p>Zengin et al. (2022)</p>	<p>La muestra se constituyó con 29 pacientes diagnosticados con depresión mayor y depresión bipolar además una de las consideraciones principales fue que presentasen falta de respuesta en al menos 3</p>	<p><b>Todos los pacientes estaban con medicación prescrita por psiquiatras del establecimiento y esto se mantuvo con normalidad durante todo el tiempo que duro la investigación.</b></p>	<p><b>Para evaluar la gravedad de los síntomas, los psiquiatras en conjunto con los psicólogos aplicaron las siguientes escalas:</b></p>	<p>Los resultados de esta investigación fueron muy positivos ya que se presentaron mejoras significativas en los síntomas de los pacientes, aunque queda la incógnita si estos cambios perduraran en el tiempo y es por ello que se sugiere a los investigadores ampliar el rango de tiempo ya que este estudio duro solo 4 semanas y se recomienda que 6 semanas</p>
<p><b>Lugar donde se realizó el estudio:</b></p> <p>Este estudio se llevó a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad de</p>	<p><b>Grupo activo o de control:</b></p>		<p>Escala de depresión de Beck el cual consta de 63 puntos de medición y mientras mayor sea esta más grado de severidad existirá. En este caso los pacientes</p>	

Acibadem en Turquía.	tratamientos impartidos.		presentaban una media de 18 a 20 que se atribuye a una depresión leve y moderada.	o más puede significar muchas cosas.
	Todos los participantes de la muestra pertenecían a la zona urbana, con buen nivel de alfabetización con la finalidad de conseguir mejores resultados al trabajar con una población similar.	Se estimuló la corteza dorsolateral izquierda, para ello se utilizó una bobina en forma de 8 para evaluar el umbral motor de los pacientes, es así que de manera paulatina se fue aumentando hasta llegar a 5 cm en donde ya se produjo una activación motora. <b>Cada sesión que se tuvo con los pacientes fue de 25 trenes repetitivos.</b>	Escala de Young para identificar aquellos pacientes con cuadros de manía.  Cuestionario de efectos secundarios de la EMT desarrollado en el 2013 para comprobar efectos secundarios producidos por la EMT al finalizar las sesiones.	Así mismo, se pudo comprobar que los pacientes que recibían EMT activa tenían mejores cambios en menor tiempo que aquellos que recibían el efecto placebo con la EMT simulada.
	<p><b>Grupo 1</b></p> <p>Conformado por 14 participantes los cuales se les impartió EMT activa al principio y luego procedieron con EMT simulada sin que los participantes se enteren de este cambio.</p> <p><b>Grupo 2:</b></p> <p>Conformado por 15 pacientes que comenzaron con EMT simulada y terminaron con EMT activa.</p>	<p><b>Frecuencia: 10 Hz.</b></p> <p><b>Pulsos: 40 en cada tren.</b></p> <p><b>Intervalo de tiempo: 20 segundos.</b></p> <p><b>Grupo simulado:</b></p> <p>Se utilizó la misma bobina que en el grupo activo, sin embargo, solo se apreciaban efectos sonoros y sensoriales muy similares a una EMT activa, pero no se mandó ningún estímulo a la corteza prefrontal dorsolateral izquierda.</p>		Sistematizando esta información se puede llegar a la conclusión de que este estudio conto con una cantidad de participantes limitada por lo que va a servir como guía para investigaciones futuras.
Wang et al. (2023)	Los participantes de esta muestra estuvieron conformados por 120 pacientes de la tercera edad y de manera aleatoria se los dividió en 2 grupos de 60.	La dosis para ambos grupos de escitalopram fue de 10 mg hasta un máximo de 20 mg al día según el estado de los pacientes.	Toda la muestra descrita en esta investigación tuvo que pasar por ciertos indicadores de observación y evaluación con el fin de identificar su sintomatología y comprobar su Dx y para ello se utilizaron los siguientes reactivos psicológicos.	Antes de iniciar el tratamiento toda la muestra presento un grado de depresión moderada por lo que no hubo diferencias significativas para la realización del estudio.
<b>Lugar donde se realizó el estudio:</b>				
Hospital Universitario de Xi'an.		Todos los objetos metálicos fueron retirados de los pacientes y se los coloco recostados (Posición supina).	Test de Hamilton tanto para ansiedad como depresión.	Luego de concluir con el tratamiento de EMT en conjunto con la psicofarmacología se llegó a la conclusión de que ambos grupos tuvieron mejoras significativas.
	<p><b>Grupo 1</b></p> <p>El grupo numero 1 recibió EMT simulada en conjunto con escitalopram para síntomas depresivos.</p> <p><b>Grupo 2:</b></p> <p>Este grupo consto de 60 participantes que recibieron EMT repetitiva</p>	<p><b>Grupo activo:</b></p> <p>Se utilizó una bobina en forma de 8 de marca MagPro y se comenzó a estimular la corteza prefrontal dorsolateral izquierda.</p>	La escala de Montgomery para la depresión.	Sin embargo, el grupo que recibió EMT tuvo un efecto curativo superior sostenible en comparación al grupo simulado.
		La frecuencia de estimulación fue de 10 Hz, para un mejor resultado y		En síntesis, se espera que a raíz de nuevas investigaciones se puedan ir generando más pruebas de que la EMT ayuda

activa y una estimulación más profunda se optó por incrementar el umbral motor de 80% A 110 %.

significativamente a las personas con diagnóstico de depresión mayor.

La EMT tuvo pulsos de 5 segundos con un lapso de tiempo de 20 segundos cada uno, de la misma manera los pacientes fueron tratados 5 veces a la semana por 2 teniendo sábado y domingo para descansar todo esto durante 2 meses.

#### Grupo simulado:

Este grupo conto con la medicación certera, pero con la estimulación simulada con la finalidad de obtener un efecto placebo y se lo llevo a cabo por el mismo tiempo que al primer grupo.

(Fitzgerald et al. (2018)

#### Lugar donde se realizó el estudio:

Este estudio se llevó a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad de Acibadem en Turquía.

El tamaño de la muestra para este estudio fue de 115 pacientes divididos en 2 grupos diferentes.

#### Grupo 1

Conformado por 58 participantes que recibieron EMT acelerada.

#### Grupo 2:

57 participantes que recibieron EMT estándar.

El grupo numero 1 recibió durante 3 días seguidos 3 tratamientos de EMT al día, esto quiere decir que el total de pulsos fue de 63 mil solo en la semana 1.

En la semana 2 el tratamiento con EMT tuvo una reducción a 2 días, 3 veces al día y posterior a ello 3 tratamientos en 1 día.

Por otro lado, en el grupo numero 2 el procedimiento fue de 63 mil pulsos con una duración de 5 días en un lapso de tiempo de 4 semanas.

En ambos grupos se manejó un umbral de 10 Hz con una estimulación centrada en el lóbulo prefrontal dorsolateral izquierdo.

El intervalo entre trenes fue de 15 segundos, así mismo, fueron 10500 pulsos por cada sesión que da como resultado 63000 mil.

En el segundo grupo cada tratamiento impartido fue de 75 trenes con un umbral motor de 120% y 3150 pulsos cada día lo que nos da

Todos los pacientes fueron evaluados con las siguientes escalas:

Escala de depresión de Beck para medir la sintomatología y la gravedad de los mismos.

Escala de ideación suicida para evaluar aquellos pensamientos distorsionados producto del diagnóstico depresivo mayor.

Una de las principales hipótesis que se planteó al comienzo de esta investigación fue el hecho de que una EMT acelerada puede producir una reducción de la sintomatología depresiva en un lapso de tiempo menor, sin embargo, los resultados nos dieron que no hubo una diferencia representativa en la EMT acelerada con la estándar.

De la misma manera una vez que se volvió a evaluar a los participantes de ambos grupos se obtuvo que el 35% del total de la muestra presento una mejoría significativa.

Faltaron recursos para el seguimiento luego de la investigación para comprobar si estas mejorías permanecían en el tiempo o eran parciales.

como resultado igual 63 mil pulsos.

<p>Wu et al. (2021)</p> <p><b>Lugar donde se realizó el estudio:</b></p> <p>Hospital de la Universidad de China de Fujian</p>	<p><b>N:</b> 40 voluntarios fueron reclutados y asignados al azar a uno de dos grupos: un grupo sometido a EMTr activo y otro a EMTr simulado.</p> <p><b>Grupo 1:</b></p> <p>20 pacientes recibieron EMTr activo donde se utilizó el modelo de estimulación Theta Burst y estimulación continua.</p> <p><b>Grupo 2:</b></p> <p>20 pacientes que recibieron EMTr simulada, donde la bobina presenta un diseño mecánico simétrico idéntico al de la bobina activa.</p>	<p><b>Grupo experimental:</b></p> <p>Se llevó a cabo un ensayo clínico enfocado en adultos jóvenes diagnosticados con depresión producto de un estrés elevado con edades comprendidas entre 18 y 24 años.</p> <p>20 pacientes recibieron EMTr activo donde se utilizó el modelo de estimulación Theta Burst en la corteza prefrontal lateral dorsal tanto en el lado izquierdo como derecho. En el lado izquierdo utilizaron la estimulación theta Burst intermitente, que consiste en ráfagas tripletes de 50 Hz repetidas a 5 Hz. Esta estimulación seguirá un ciclo de encendido de 2 segundos y apagado de 8 segundos, generando un total de 600 pulsos. En la segunda fase, el estimulador será posicionado en la corteza prefrontal lateral dorsal derecha utilizando el modelo de estimulación theta Burst continua, con una duración de 40 segundos y un total de 600 pulsos.</p> <p>Asimismo, en el grupo simulado se utilizó una bobina que tiene el mismo diseño la cual genera una sensación táctil a la de una bobina normal.</p> <p><b>Cada sesión de EMT se la realiza de la siguiente manera:</b></p> <p>En ambos grupos se ejecutó un total de 12 sesiones las cuales se realizaron en 4 semanas, donde tres sesiones se efectuaron por semana con la diferencia que una era activa y la otra simulada.</p>	<p><b>Cada participante fue evaluado mediante 2 escalas a lo largo de las cuatro semanas durante la fase de tratamiento real y el simulado. Estas herramientas se utilizaron hasta concluir con el mismo.</b></p> <p>Se utilizó la escala de depresión, ansiedad y estrés (DASS) la misma que constituye una herramienta de autoevaluación empleada en distintos contextos para medir niveles de depresión, ansiedad y estrés.</p> <p>Asimismo, se utilizó la escala afectiva china (CAS) la cual mide el estado afectivo tanto positivo como negativo de cada participante donde la escala tiene una puntuación de 5, si mantiene mayor puntuación, mayor gravedad presentara.</p>	<p>Se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <p>Los resultados tanto del grupo de EMTr activo como del simulado hubo cambios significativos, pero estos cambios pueden ser transitorios, que en un tiempo pueden cambiar y agravarse la sintomatología, por eso es necesario que posterior al tratamiento se realicen evaluaciones de seguimiento a los participantes luego de un lapso de 3 meses para observar si la sintomatología se mantiene o ha cambiado.</p>
---	--	--	---	---

---

Plewnia et al. (2021)	<p><b>N: 236</b> pacientes aleatorizados diagnosticados con depresión mayor</p>	<b>Grupo experimental:</b>	<p><b>Cada participante fue evaluado mediante 2 escalas a lo largo de las cuatro semanas durante la fase de tratamiento real y el simulado. Estas herramientas se utilizaron hasta concluir con el mismo.</b></p>	<p>Se obtuvieron los siguientes resultados: Los resultados tanto del grupo de EMTr activo como del simulado hubo cambios significativos, pero estos cambios pueden ser transitorios, que en un tiempo pueden cambiar y agravarse la sintomatología, por eso es necesario que posterior al tratamiento se realicen evaluaciones de seguimiento a los participantes luego de un lapso de 3 meses para observar si la sintomatología se mantiene o ha cambiado.</p>
<b>Lugar donde se realizó el estudio:</b>	<b>Grupo 1</b>	<p>Se llevó a cabo un ensayo clínico con estimulación Theta Burst Bilateral en pacientes depresivos que cumplen la mayoría de los criterios diagnósticos del DSM5.</p>	<p>Se utilizó la escala de depresión, ansiedad y estrés (DASS) la misma que constituye una herramienta de autoevaluación empleada en distintos contextos para medir niveles de depresión, ansiedad y estrés.</p>	
Centro de psiquiatría de Alemania y otros departamentos.	<p>118 pacientes recibieron estimulación Theta Burst intermitente y continua con una duración de 30 sesiones en 6 semanas.</p>	<p>Según el protocolo de estimulación Theta Burst cada sesión de estimulación consistirá en la administración de dos trenes de 600 estímulos. Cada conjunto se aplicará en ráfagas de tres pulsos a una frecuencia de 50 Hz, con un intervalo de 200 ms entre las ráfagas. En el hemisferio cerebral izquierdo, se administrará iTBS, que mejora la actividad con un ciclo de 2 segundos de encendido y 8 segundos de apagado, repetido 20 veces para un total de 600 estímulos, con una duración total de 3 minutos y 12 segundos. Durante la misma sesión, se aplicará cTBS de manera continua en el la corteza dorsolateral prefrontal derecho durante 40 segundos, totalizando 600 estímulos.</p>	<p>Asimismo, se utilizó la escala afectiva china (CAS) la cual mide el estado afectivo tanto positivo como negativo de cada participante donde la escala tiene una puntuación de 5, si mantiene mayor puntuación, mayor gravedad presentara.</p>	
	<b>Grupo 2</b>			
	<p>118 pacientes recibieron estimulación intermitente placebo con una duración de 30 sesiones en 6 semanas.</p>			
Trevizol et al. (2021)	<p><b>N: 388</b> participantes diagnosticados con depresión mayor y sintomatología ansiosa.</p>	<b>Grupo experimental:</b>	<p><b>Cada participante fue evaluado mediante 2 reactivos al inicio, durante y al final del tratamiento, estas herramientas son:</b></p>	<p><b>Resultados:</b> Los resultados del ensayo THREED ha sido positivo dando una alternativa potencialmente eficaz para el tratamiento de la ansiedad a personas con trastorno depresivo mayor tanto del grupo 1 como del grupo 2. El mismo ha ayudado a mejorar significativamente la sintomatología en un corto tiempo.</p>
<b>Lugar donde se realizó el estudio:</b>	<b>Grupo 1:</b>	<p>Se llevó a cabo un análisis del ensayo THREED con Estimulación Magnética Transcraneal repetitiva en la corteza prefrontal dorsolateral izquierdo y estimulación Theta Burst intermitente en pacientes con síntomas de ansiedad diagnosticados con depresión mayor. La edad de los participantes oscila entre los 18 y 65 años.</p>	<p>La escala de calificación de depresión de Hamilton (HAM-D9), el mismo que sirve para evaluar la sintomatología depresiva que tenga cada paciente.</p>	
Instituto Canadiense de Investigación	<p>189 en el grupo de EMTr en la corteza prefrontal dorsolateral izquierdo con 10 Hz</p>		<p>El Inventario Breve de síntomas (BSI-A), este fue aplicada para saber el malestar psicológico y la sintomatología</p>	
	<b>Grupo2:</b>			

199 en el grupo de estimulación Theta Burst intermitente

El tratamiento era administrado de lunes a viernes durante 4-6 semanas, donde se llevó a cabo un total de 20 a 30 sesiones. El tratamiento en la corteza prefrontal dorsolateral izquierdo se administró el 120% en reposo en la zona del umbral motor, siendo así un tiempo de 4 segundos prendido y 26 segundos apagado, este tiempo nos daba un total de 3000 pulsaciones durante 37 minutos, mientras que en el tratamiento con estimulación Theta Burst intermitente se administra ráfagas en tripletes de 50hz en donde 2 estaba encendida y 8 segundos apagada dando un total de 600 pulsos durante 3 minutos por sesión.

psiquiátrica que prevalece en los pacientes.

Stöhrmann et al. (2023)

**Lugar donde se realizó el estudio:**

Universidad de Helsinki

**N: 20** pacientes, 12 mujeres y 8 hombres con trastorno de depresión mayor

**Grupo 1:**

15 usuarios recibieron estimulación Theta Burst activado

**Grupo 2:**

5 usuarios recibieron estimulación simulada

**Grupo experimental:**

Se llevó a cabo un estudio donde se sometieron 20 participantes a un tratamiento de 21 días con estimulación Theta Burst intermitente en la corteza prefrontal dorsolateral izquierdo y una estimulación continua de la corteza prefrontal dorsolateral derecho.

De los 20 participantes un total de 15 pacientes recibieron estimulación Theta Burst activado y la restante estimulación simulada.

Como se mencionó anteriormente, se utilizó el estímulo Theta Burst intermitente el cual consiste en un tren de 2 segundos de ráfagas y un intervalo aproximado trenes de 8 segundos con veinte trenes repetidos en el mismo, por otro lado, la estimulación

**Los participantes fueron evaluados con tres reactivos al inicio y al final del proceso. Los reactivos utilizados son:**

La escala de calificación de depresión de Hamilton (HAM-D17): esta herramienta sirve para medir la gravedad de la depresión en cada individuo que presente síntomas depresivos como el estado de ánimo deprimido, ansiedad, agitación, entre otros.

Inventario de Depresión de Beck (BDI-II): esta herramienta ayuda a evaluar los diferentes aspectos de la sintomatología depresiva como la tristeza, la pérdida de interés en actividades que antes les parecía placenteras, la cognición negativa, entre otras.

Inventario de Sintomatología Depresiva (IDS-C): es una herramienta que evalúa la

Se obtuvo el siguiente resultado:

Los grupos que han sido sometidos al tratamiento, experimentaron disminuciones en las puntuaciones de depresión. Sin embargo, no se evidenció un impacto significativo en el grupo general, ya sea en el Grupo 1 o en el Grupo 2, menos en el tiempo. Se observaron correlaciones inversas entre la corteza prefrontal dorsolateral derecha y la corteza prefrontal dorsolateral izquierda en la conectividad funcional inicial, lo cual se relaciona con los cambios en la gravedad de la depresión. Aunque el tratamiento no generó cambios significativos en la conectividad, sí produjo una reducción significativa en la conectividad funcional.

Theta Burst continua se basó en un tren de ráfagas continuo, el mismo que da un total de 600 pulsos para el hemisferio derecho e izquierdo dando un total de 1200 pulsos por sesión.

presencia y la gravedad de los síntomas depresivos a diferencia de otros reactivos, esta herramienta es más específica y detallada en la sintomatología.

<p>(Ramasubbu et al. (2023))</p> <p><b>Lugar donde se realizó el estudio:</b></p> <p>Departamento psiquiátrico de la facultad de Medicina, Canadá</p>	<p><b>N: 25</b> pacientes diagnosticados con depresión mayor</p> <p><b>Grupo 1:</b></p> <p>15 mujeres con edad de 24 a 45 años, las mismas que han sido resistentes a los fármacos antidepressivos.</p> <p><b>Grupo 2:</b></p> <p>10 hombres con edades de 25 a 40 años con diagnóstico depresivo mayor</p>	<p><b>Grupo experimental:</b></p> <p>Fue un estudio piloto donde 25 pacientes con trastorno depresivo mayor fueron sometidos a un tratamiento con estimulación Theta Burst intermitente bilateral de 600 pulsos, mientras que el otro grupo se le administro un tratamiento continuo de estimulación Theta Burst continuo de 600 pulsos el mismo que fue en el lado izquierdo y derecho de la corteza prefrontal dorsolateral, la estimulación se realizó de lunes a viernes con un umbral motor que estaba en reposo (120%).</p>	<p><b>Los participantes fueron evaluados con una herramienta:</b></p> <p>La Escala de calificación de Depresión de Hamilton (HDRS-17) donde se vio un cambio significativo en una reducción del 50 % en la sintomatología a diferencia de la puntuación inicial ya que eran resultados sumamente graves.</p>	<p>Estos resultados iniciales indican que la aplicación acelerada de estimulación theta burst bilateral podría ser tanto clínicamente eficaz como segura para tratar la depresión mayor. Sin embargo, se requieren más ensayos controlados de manera simulada para determinar de manera más precisa el papel terapéutico del TBS bilateral acelerado en el tratamiento de la depresión.</p>
---	---	---	--	---

## Conclusión

A lo largo de los años, la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) ha sido objeto de numerosos estudios de carácter empíricos, lo que ha llevado a importantes descubrimientos en diferentes áreas de la neurociencia.

En primer lugar, se ha comprobado que la EMT es efectiva en el tratamiento de trastornos neuropsiquiátricos como la depresión y el trastorno obsesivo-compulsivo. En los estudios revisados y presentados se pudo poner en manifiesto que, al estimular repetidamente ciertas áreas del cerebro se pueden aliviar los síntomas de estos trastornos y mejorar la calidad de vida de los pacientes incluso se pudo identificar que un gran porcentaje logro una remisión total de su sintomatología que además perduro en el tiempo.

Aunado a esto, la EMT ha sido utilizada para investigar y comprender mejor el funcionamiento del cerebro humano ya que los estudios han demostrado que la estimulación magnética puede modular la actividad cerebral en áreas relacionadas con el lenguaje, la memoria y la percepción, por lo que estos descubrimientos han contribuido a nuestra comprensión de cómo estas funciones cognitivas están organizadas en el cerebro y cómo pueden ser afectadas por lesiones o trastornos por ello brindamos un juicio de valor a través de esta revisión bibliográfica mencionando que la EMT aporta grandes beneficios a las personas.

Otro hallazgo importante de la EMT es su potencial para mejorar el rendimiento cognitivo en personas sanas ya que en varios estudios también se tomó en cuenta personas sin un diagnóstico previo para identificar la intensidad de la EMT mediante el examen miográfico por ello se concluyó que la estimulación de ciertas áreas del cerebro se ha asociado con mejoras en la memoria de trabajo, la atención y la toma de decisiones. Esto ha generado un creciente interés en el uso de la EMT como una herramienta para mejorar el rendimiento cognitivo en diferentes contextos, como el aprendizaje y el desempeño laboral.

Sin embargo, a pesar de estos prometedores hallazgos, la EMT todavía presenta desafíos y limitaciones entre ellas la falta de consenso en cuanto a la mejor forma de administrar la estimulación magnética y la variabilidad en los resultados de los estudios dificultan la generalización de los hallazgos. Además, los efectos a largo plazo de la EMT aún no se comprenden completamente y se requiere más investigación para determinar su seguridad y eficacia a largo plazo.

En resumen, la Estimulación Magnética Transcraneal ha revelado importantes hallazgos en diferentes campos de la neurociencia. Desde el tratamiento de trastornos neuropsiquiátricos hasta la mejora del rendimiento cognitivo en personas sanas, la EMT

ha demostrado su potencial para influir en la actividad cerebral y mejorar la calidad de vida. Sin embargo, todavía hay mucho por descubrir y comprender sobre esta técnica, y se necesitan más investigaciones para aprovechar al máximo su potencial y abordar sus desafíos, sumado a esto la EMT es una alternativa terapéutica que no busca reemplazar a las ya existentes, más bien al contarla como una alternativa que se complementa con la psicoterapia y la farmacología se pueden llegar generar grandes cambios en los pacientes y a pesar de que no existan las investigaciones suficientes para comprobar el nivel de efectividad, existen resultados bastantes comprometedores.

## Referencias

- Administración de Alimentos y Medicamentos. (2018). *La FDA permite la comercialización de sistema de estimulación magnética transcraneal para el tratamiento del trastorno obsesivo-compulsivo y otras patologías*. <https://www.fda.gov/news-events/comunicados-de-prensa/la-fda-permite-la-comercializacion-de-sistema-de-estimulacion-magnetica-transcraneal-para-el>
- Al-Khalili, J. (2015). The birth of the electric machines: A commentary on Faraday (1832) «Experimental researches in electricity». *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 373(2039), 20140208. <https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0208>
- Almudí García, J. M., Zuza Elozegi, K., & Guisasola Aranzábal, J. (2016). Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general: Una enseñanza por resolución guiada de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(2), 7-24.
- American Psychiatric Association (Ed.). (2014). *Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5*. American Psychiatric Publishing.
- Antal, A., Luber, B., Brem, A.-K., Bikson, M., Brunoni, A. R., Cohen Kadosh, R., Dubljević, V., Fecteau, S., Ferreri, F., Flöel, A., Hallett, M., Hamilton, R. H., Herrmann, C. S., Lavidor, M., Loo, C., Lustenberger, C., Machado, S., Miniussi, C., Moliadze, V., ... Paulus, W. (2022). Non-invasive brain stimulation and neuroenhancement. *Clinical Neurophysiology Practice*, 7, 146-165. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2022.05.002>
- Baptista, A. F., Baltar, A., Okano, A. H., Moreira, A., Campos, A. C. P., Fernandes, A. M., Brunoni, A. R., Badran, B. W., Tanaka, C., de Andrade, D. C., da Silva Machado, D. G., Morya, E., Trujillo, E., Swami, J. K., Camprodon, J. A., Monte-Silva, K., Sá, K. N., Nunes, I., Goulardins, J. B., ... Zana, Y. (2020). Applications of Non-invasive Neuromodulation for the Management of Disorders Related to COVID-19. *Frontiers in Neurology*, 11, 573718. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.573718>
- Berenzon, S., Lara, M. A., Robles, R., & Medina-Mora, M. E. (2013). Depresión: Estado del conocimiento y la necesidad de políticas públicas y planes de acción en México. *Salud Pública de México*, 55, 74-80. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342013000100011>

- Brandt, S. J., Oral, H. Y., Arellano-Bravo, C., Plawecki, M. H., Hummer, T. A., & Francis, M. M. (2021). Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation as a Therapeutic and Probe in Schizophrenia: Examining the Role of Neuroimaging and Future Directions. *Neurotherapeutics*, *18*(2), 827-844. <https://doi.org/10.1007/s13311-021-01046-1>
- Burguete-Castillejos, L. F., Domínguez-Pacheco, F. A., & Martínez-González, C. L. (2022). Estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTr) para el tratamiento de trastornos de ansiedad: Una revisión sistemática del estado del arte. *Revista mexicana de neurociencia*, *23*(1), 22-28. <https://doi.org/10.24875/rmn.20000130>
- Corea Del Cid, M. T. (2021). La depresión y su impacto en la salud pública. *Revista Médica Hondureña*, *89*(Supl.1), 46-52. <https://doi.org/10.5377/rmh.v89iSupl.1.12047>
- Corona Miranda, B., Hernández Sánchez, M., & García Pérez, R. M. (2016). Mortalidad por suicidio, factores de riesgos y protectores. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, *15*(1), 0-0.
- Croarkin, P. E., & MacMaster, F. P. (2019). Transcranial Magnetic Stimulation for Adolescent Depression. *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*, *28*(1), 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2018.07.003>
- Cruzblanca Hernández, H., Lupercio Coronel, P., Collas Aguilar, J., Castro Rodríguez, E., Cruzblanca Hernández, H., Lupercio Coronel, P., Collas Aguilar, J., & Castro Rodríguez, E. (2016). Neurobiología de la depresión mayor y de su tratamiento farmacológico. *Salud mental*, *39*(1), 47-58. <https://doi.org/10.17711/SM.0185-3325.2015.067>
- Fitzgerald, P. B., Hoy, K. E., Reynolds, J., Singh, A., Gunewardene, R., Slack, C., Ibrahim, S., & Daskalakis, Z. J. (2020). A pragmatic randomized controlled trial exploring the relationship between pulse number and response to repetitive transcranial magnetic stimulation treatment in depression. *Brain Stimulation*, *13*(1), 145-152. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2019.09.001>
- Galinsky, V. L., & Frank, L. R. (2023). Critically synchronized brain waves form an effective, robust and flexible basis for human memory and learning. *Scientific*

*Reports*, 13(1), 4343. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31365-6>

Girardeau, G., & Lopes-Dos-Santos, V. (2021). Brain neural patterns and the memory function of sleep. *Science (New York, N.Y.)*, 374(6567), 560-564. <https://doi.org/10.1126/science.abi8370>

Gómez, J., Lezcano, F., Peldoza, V., Fuentes, R., Gómez, J., Lezcano, F., Peldoza, V., & Fuentes, R. (2020). Electromiografía de Superficie y Articulografía Electromagnética para Análisis de Dimensión Vertical. Reporte de Protocolo. *Avances en Odontostomatología*, 36(3), 151-159. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852020000300004>

Guerra, A., Ranieri, F., Falato, E., Musumeci, G., Di Santo, A., Ascì, F., Di Pino, G., Suppa, A., Berardelli, A., & Di Lazzaro, V. (2020). Detecting cortical circuits resonant to high-frequency oscillations in the human primary motor cortex: A TMS-tACS study. *Scientific Reports*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64717-7>

Guzmán-Muñoz, E., & Méndez-Rebolledo, G. (2018). Electromiografía en las Ciencias de la Rehabilitación. *Revista Salud Uninorte*, 34(3), 753-765.

Hoyos, E., & Pocoví, M. C. (2014). Inducción Electromagnética en libros de texto universitarios básicos: Análisis de la presentación en el sistema lingüístico. *Revista de enseñanza de la física*, 26(Extra 1), 157-165.

Klomjai, W., Katz, R., & Lackmy-Vallée, A. (2015). Basic principles of transcranial magnetic stimulation (TMS) and repetitive TMS (rTMS). *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 58(4), 208-213. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.05.005>

Kraus, C., Kadriu, B., Lanzenberger, R., Zarate Jr., C. A., & Kasper, S. (2019). Prognosis and improved outcomes in major depression: A review. *Translational Psychiatry*, 9, 127. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0460-3>

León Ruiz, M., Sospedra, M., Arce Arce, S., Tejeiro-Martínez, J., & Benito-León, J. (2022). Evidencias actuales sobre las potenciales aplicaciones terapéuticas de la estimulación magnética transcraneal en la esclerosis múltiple: Revisión sistemática de la literatura. *Neurología*, 37(3), 199-215. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2018.03.023>

- Leon-Sarmiento, F. E., Granadillo, E., & Bayona, E. A. (2013). Presente y futuro de la estimulación magnética transcraneal. *Invest. clín*, 74-89.
- Lou, H. C., Changeux, J. P., & Rosenstand, A. (2017). Towards a cognitive neuroscience of self- awareness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 83, 765-773.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.04.004>
- Méndez, B., & Rivera, D. (2015). Efecto de la longitud de onda en la respuesta dinámica de muros de retención embebidos. *Obras y proyectos*, 17, 79-87.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-28132015000100010>
- Mikellides, G., Michael, P., & Tantele, M. (2021). Repetitive transcranial magnetic stimulation: An innovative medical therapy. *Psychiatrike = Psychiatriki*, 32(1), 67-74. <https://doi.org/10.22365/jpsych.2021.012>
- Muñoz, V., Arevalo Alvarado, C. L., Tipán Barros, J. M., & Morocho Malla, M. I. (2021). Prevalencia de depresión y factores asociados en adolescentes: Artículo original. *Revista Ecuatoriana de Pediatría*, 22(1).  
<https://doi.org/10.52011/0008>
- NOOHI, S., & AMIRSALARI, S. (2016). History, Studies and Specific Uses of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) in Treating Epilepsy. *Iranian Journal of Child Neurology*, 10(1), 1-8.
- Pérez-Padilla, E. A., Cervantes-Ramírez, V. M., Hijuelos-García, N. A., Pineda-Cortés, J. C., Salgado- Burgos, H., Pérez-Padilla, E. A., Cervantes-Ramírez, V. M., Hijuelos-García, N. A., Pineda- Cortés, J. C., & Salgado-Burgos, H. (2017). Prevalencia, causas y tratamiento de la depresión Mayor. *Revista biomédica*, 28(2), 73-98. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v28i2.557>
- Revueltas Agüero, M., Avila Roque, I., Baqués Merino, R., & Beltrán Reguera, R. C. (2014). Los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja y su impacto sobre la salud de los seres humanos. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 210-227.
- Roberts, J. A., Gollo, L. L., Abeysuriya, R. G., Roberts, G., Mitchell, P. B., Woolrich, M. W., & Breakspear, M. (2019). Metastable brain waves. *Nature*

*Communications*, 10(1), 1056. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08999-0>

- Saha, R., Goyal, A., Yuen, J., Oh, Y., Bloom, R. P., Benally, O. J., Wu, K., Netoff, T. I., Low, W. C., Bennet, K. E., Lee, K. H., Shin, H., & Wang, J.-P. (2023). Micromagnetic Stimulation ( $\mu$ MS) Controls Dopamine Release: An in vivo Study Using WINCS Harmoni. *bioRxiv: The Preprint Server for Biology*, 2023.05.25.542334. <https://doi.org/10.1101/2023.05.25.542334>
- Sauvaget, A., Marchand, J., Laurin, A., Le Page, A., El Aloui, K., Gendre, I., Choneau, D., Gibaud, F., Forcioli, P., Auffret, R., & Bulteau, S. (2022). Creation of a transcranial magnetic stimulation (rTMS) unit: Instructions for use. *Information Psychiatrique*, 98(10), 821-825. Scopus. <https://doi.org/10.1684/ipe.2022.2522>
- Struckmann, W., Bodén, R., Gingnell, M., Fällmar, D., & Persson, J. (2022). Modulation of dorsolateral prefrontal cortex functional connectivity after intermittent theta-burst stimulation in depression: Combining findings from fNIRS and fMRI. *NeuroImage. Clinical*, 34, 103028. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2022.103028>
- Uchida, S., Yamagata, H., Seki, T., & Watanabe, Y. (2018). Epigenetic mechanisms of major depression: Targeting neuronal plasticity. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 72(4), 212-227. <https://doi.org/10.1111/pcn.12621>
- Zeng, H., Pacheco-Barrios, K., Cao, Y., Li, Y., Zhang, J., Yang, C., & Fregni, F. (2020). Non-invasive neuromodulation effects on painful diabetic peripheral neuropathy: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 10(1), 19184. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75922-9>
- Zibly, Z., Averbuch, S., & Deogaonker, M. (2020). Emerging Technologies and Indications of Neuromodulation and Increasing Role of Non Invasive Neuromodulation. *Neurology India*, 68(8), 316. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.302453>
- Chen, L., Thomas, E. H. X., Kaewpijit, P., Miljevic, A., Hughes, R., Hahn, L., Kato, Y., Gill, S., Clarke, P., Ng, F., Paterson, T., Giam, A., Sarma, S., Hoy, K. E., Galletly, C., & Fitzgerald, P. B. (2021). Accelerated theta burst stimulation for

- the treatment of depression: A randomised controlled trial. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, 14(5), 1095-1105. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2021.07.018>
- Plewnia, C., Brendel, B., Schwippel, T., Nieratschker, V., Ethofer, T., Kammer, T., Padberg, F., Martus, P., & Fallgatter, A. J. (2021). Treatment of major depressive disorder with bilateral theta burst stimulation: Study protocol for a randomized, double-blind, placebo-controlled multicenter trial (TBS-D). *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 271(7), 1231-1243. <https://doi.org/10.1007/s00406-021-01280-w>
- Ramasubbu, R., Brown, E. C., Selby, B., McGirr, A., Cole, J., Hassan, H., & McAusland, L. (2023). Accelerated sequential bilateral theta-burst stimulation in major depression: An open trial. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*. <https://doi.org/10.1007/s00406-023-01648-0>
- Stöhrmann, P., Godbersen, G. M., Reed, M. B., Unterholzner, J., Klöbl, M., Baldinger-Melich, P., Vanicek, T., Hahn, A., Lanzenberger, R., Kasper, S., & Kranz, G. S. (2023). Effects of bilateral sequential theta-burst stimulation on functional connectivity in treatment-resistant depression: First results. *Journal of Affective Disorders*, 324, 660-669. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.12.088>
- Trevizol, A. P., Downar, J., Vila-Rodriguez, F., Konstantinou, G., Daskalakis, Z. J., & Blumberger, D. M. (2021). Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on anxiety symptoms in patients with major depression: An analysis from the THREE-D trial. *DEPRESSION AND ANXIETY*, 38(3), 262-271. <https://doi.org/10.1002/da.23125>
- Wu, J., Han, M., He, Y., Xie, X., Song, J., & Geng, X. (2021). The efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for young individuals with high-level

- perceived stress: Study protocol for a randomized sham-controlled trial. *Trials*, 22(1), 365. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05308-3>
- Akpınar, K., Oğuzhanoğlu, N. K., & Uğurlu, T. T. (2022). Efficacy of transcranial magnetic stimulation in treatment-resistant depression. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 52(4), 1344-1354. <https://doi.org/10.55730/1300-0144.5441>
- Chen, L., Thomas, E. H. X., Kaewpijit, P., Miljevic, A., Hughes, R., Hahn, L., Kato, Y., Gill, S., Clarke, P., Ng, F., Paterson, T., Giam, A., Sarma, S., Hoy, K. E., Galletly, C., & Fitzgerald, P. B. (2021). Accelerated theta burst stimulation for the treatment of depression: A randomised controlled trial. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, 14(5), 1095-1105. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2021.07.018>
- Fitzgerald, P. B., Hoy, K. E., Elliot, D., Susan McQueen, R. N., Wambeek, L. E., & Daskalakis, Z. J. (2018). Accelerated repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of depression. *Neuropsychopharmacology*, 43(7), 1565-1572. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0009-9>
- Kim, D. R., Wang, E., McGeehan, B., Snell, J., Ewing, G., Iannelli, C., O'Reardon, J. P., Sammel, M. D., & Neill Epperson, C. (2019). Randomized Controlled Trial of Transcranial Magnetic Stimulation in Pregnant Women with Major Depressive Disorder. *Brain stimulation*, 12(1), 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.09.005>
- Plewnia, C., Brendel, B., Schwippel, T., Nieratschker, V., Ethofer, T., Kammer, T., Padberg, F., Martus, P., & Fallgatter, A. J. (2021). Treatment of major depressive disorder with bilateral theta burst stimulation: Study protocol for a randomized, double-blind, placebo-controlled multicenter trial (TBS-D).

*European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 271(7), 1231-1243.

<https://doi.org/10.1007/s00406-021-01280-w>

- Ramasubbu, R., Brown, E. C., Selby, B., McGirr, A., Cole, J., Hassan, H., & McAusland, L. (2023). Accelerated sequential bilateral theta-burst stimulation in major depression: An open trial. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*. <https://doi.org/10.1007/s00406-023-01648-0>
- Stöhrmann, P., Godbersen, G. M., Reed, M. B., Unterholzner, J., Klöbl, M., Baldinger-Melich, P., Vanicek, T., Hahn, A., Lanzenberger, R., Kasper, S., & Kranz, G. S. (2023). Effects of bilateral sequential theta-burst stimulation on functional connectivity in treatment-resistant depression: First results. *Journal of Affective Disorders*, 324, 660-669. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.12.088>
- Trevizol, A. P., Downar, J., Vila-Rodriguez, F., Konstantinou, G., Daskalakis, Z. J., & Blumberger, D. M. (2021). Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on anxiety symptoms in patients with major depression: An analysis from the THREE-D trial. *DEPRESSION AND ANXIETY*, 38(3), 262-271. <https://doi.org/10.1002/da.23125>
- Wang, X., Fan, X., Zhang, L., Liu, X., & Ji, Z. (2023). Repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of middle-aged and elderly major depressive disorder: A randomized controlled trial. *Medicine*, 102(35), e34841. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000034841>
- Wu, J., Han, M., He, Y., Xie, X., Song, J., & Geng, X. (2021). The efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for young individuals with high-level perceived stress: Study protocol for a randomized sham-controlled trial. *Trials*, 22(1), 365. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05308-3>

Yesavage, J. A., Fairchild, J. K., Mi, Z., Biswas, K., Davis-Karim, A., Phibbs, C. S., Forman, S. D., Thase, M., Williams, L. M., Etkin, A., O'Hara, R., Georgette, G., Beale, T., Huang, G. D., Noda, A., & George, M. S. (2018). Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Treatment-Resistant Major Depression in US Veterans. *JAMA Psychiatry*, *75*(9), 884-893.

<https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2018.1483>

Zengin, G., Topak, O. Z., Atesci, O., & Culha Atesci, F. (2022). The Efficacy and Safety of Transcranial Magnetic Stimulation in Treatment-Resistant Bipolar Depression. *Psychiatria Danubina*, *34*(2), 236-244.

<https://doi.org/10.24869/psyd.2022.236>

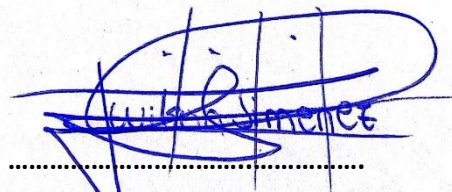
**Cinthia Guisel González Quezada** portadora de la cédula de ciudadanía **Nº 1950051993** y **Wilson Andrés Jiménez Suarez** portadora de la cédula de ciudadanía **Nº 1719557827**. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa terapéutica en el tratamiento de la depresión mayor”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **26 de febrero de 2024**



F: .....

**Cinthia Guisel González Quezada**  
C.I. 1950051993



F: .....

**Wilson Andrés Jiménez Suarez**  
C.I. 1719557827