



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE PSICOLOGÍA CLÍNICA.

**BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA
NEUROMODULACIÓN NO INVASIVA COMO
ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA EL TRASTORNO
DEL ESPECTRO AUTISTA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE LICENCIADAS EN PSICOLOGÍA CLÍNICA**

AUTOR: DAYANNA BELÉN FARFÁN ANDRADE

MARIA EMILIA JARAMILLO GUZMÁN

DIRECTOR: MSc. 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 PSICOLOGIA CLINICA

**BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA NEUROMODULACION NO
INVASIVA COMO ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA EL
TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE LICENCIADAS EN PSICOLOGÍA CLÍNICA**

AUTOR: DAYANNA BELEN FARFAN ANDRADE

MARIA EMILIA JARAMILLO GUZMAN

DIRECTOR: MSc. LAURO ESTEBAN CAÑIZARES ABRIL

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Dayanna Belén Farfán Andrade portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106086574** y **Maria Emilia Jaramillo Guzmán** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **1401164148**. Declaramos ser autoras de la obra: **“Beneficios y limitaciones de la neuromodulación no invasiva como alternativa de tratamiento para el Trastorno del Espectro Autista”**, sobre la cual nos responsabilizamos sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que mi 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 me responsabilizo y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **12 de marzo de 2024**

F:
Dayanna Belén Farfán Andrade
C.I. **0106086754**

F:
Maria Emilia Jaramillo Guzmán
C.I. **1401164148**

CERTIFICACIÓN

Yo, **Psic. Cln. Lauro Esteban Cañizares Abril, MSc** en calidad de director de Trabajo de titulación con el tema: **“Beneficios y limitaciones de la neuromodulación no invasiva como alternativa de tratamiento para el Trastorno del Espectro Autista”**, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Dayanna Belén Farfán Andrade y María Emilia Jaramillo Guzmán** bajo mi supervisión

**LAURO
ESTEBAN
CAÑIZARES
ABRIL**

Firmado
digitalmente por
LAURO ESTEBAN
CAÑIZARES ABRIL
Fecha: 2024.03.12
11:16:58 -05'00'

Psic. Clin. Lauro Esteban Cañizares Abril MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DOCENTE DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA CLÍNICA

AGRADECIMIENTOS

Mediante estas líneas, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todos quienes fueron parte importante durante mi proceso de formación académica.

En primer lugar, agradezco a mi tutor, MSc. Esteban Cañizares, por su guía, enseñanza y dedicación a lo largo de este proceso. Sin duda alguna, su conocimiento y experiencia contribuyeron de manera significativa al desarrollo de mi trabajo.

Quiero expresar mi gratitud y agradecimiento a mis docentes quienes fueron parte primordial dentro de mi formación académica, cuyas enseñanzas y conocimientos hoy se ven reflejados al finalizar con éxito este arduo y largo camino. Sin duda alguna cada uno de ellos dejan de una huella indeleble en mi formación, ya que sus enseñanzas trascendieron las aulas, nutriendo no solo mi intelecto sino también mi crecimiento personal.

No puedo dejar de lado a mis padres, gracias infinitas por su inquebrantable amor y apoyo a lo largo de estos 4 años, ustedes han sido sin duda alguna, ese motor que me ha impulsado siempre a ir por mis sueños, gracias por creer en mí, incluso cuando he dudado de mis propias capacidades.

A la familia que esta hermosa profesión me brindo, mis amigas, quienes han hecho de este viaje el más gratificante. Gracias por cada palabra de aliento, su apoyo incondicional, la fortaleza y anécdotas bridadas durante todos estos años y sobre todo por recordarme día a día lo valiosa y valiente que soy. Gracias por ser parte de este logro Emilia, Milane y Génesis.

Dayanna Belén Farfán Andrade.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, fuente inagotable de sabiduría y guía constante en mi vida, por brindarme la perseverancia e inspiración necesaria para culminar este proceso académico.

A mis padres, este logro que no solo refleja mis esfuerzos, sino también el amor, sacrificio y apoyo incondicional que siempre me brindaron. A ustedes, les dedico este trabajo como muestra de mi profundo agradecimiento y amor. A mis hermanos, Christian y Fabio, agradezco su constante apoyo, comparable a un viento que impulsa mis velas incluso en los momentos más desafiantes.

A mi enamorado Josué Sebastián, agradezco tu inquebrantable apoyo, paciencia y amor a lo largo de este viaje académico. Cada página de esta tesis lleva consigo el eco de tus palabras alentadoras.

A mis queridas amigas Dayana, Milane y Genesis, su apoyo incondicional ha sido esencial en este camino, su amistad ha sido un regalo invaluable que ha hecho más rica mi experiencia universitaria.

A mis increíbles roomies Sulay, Erika y Nicole, les agradezco por compartir este tiempo conmigo, tantas risas y momentos compartidos. Su energía y amistad han hecho nuestra convivencia única. A Daniela, por tu calidez y comprensión que han sido un abrazo constante en los momentos difíciles. Gracias por ser mi confidente y compartir risas y lágrimas. Freddy, tus sabios consejos han sido un faro en la tormenta, guiándome con tu experiencia y apoyo constante.

A mi tutor de tesis, MSc Esteban Cañizares Abril, mi más profundo agradecimiento por su guía experta, paciencia inquebrantable y dedicación incansable durante este proceso de investigación y redacción. A la Universidad Católica de Cuenca y a sus distinguidos docentes; agradezco a la universidad por proporcionar un entorno propicio para el aprendizaje. A cada maestro que impartió conocimientos, desafió mi pensamiento y brindó orientación que contribuyó a mi formación.

Maria Emilia Jaramillo Guzmán

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, cuyo apoyo constante y amor incondicional han sido mi mayor inspiración. A mi hermano por su ánimo y comprensión durante los momentos más desafiantes durante este proceso. Por último, me dedico este trabajo a mí, por el esfuerzo y la dedicación que le he puesto, pero sobre todo por no darme por vencida y demostrarme lo capaz que puedo llegar a ser cuando me lo propongo y estoy segura que esto es solo el inicio del gran camino de logros que me esperan.

Dayanna Belén Farfán Andrade

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios, quien ha sido mi luz y guía a lo largo de este arduo pero enriquecedor camino académico. A mis padres, cuyo sacrificio y apoyo incondicional han sido el motor de mis logros. Esta tesis es un tributo a su amor y dedicación, que han sido mi faro en la oscuridad. A mis queridos hermanos, Christian y Fabio, agradezco su constante aliento y comprensión. Su presencia ha sido mi consuelo y motivación. A mi enamorado, cuya paciencia, apoyo y amor han sido mi ancla en los momentos de incertidumbre. A mi familia, mi pilar, les dedico este logro con todo mi corazón.

Maria Emilia Jaramillo Guzmán

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Presentación del problema	13
Justificación.....	18
Pregunta de investigación.....	18
Objetivos	19
General	19
Específicos	19
Método	19
Criterios de selección	20
Criterios de exclusión.....	20
Procedimiento para el análisis de información	20
Desarrollo	20
Aproximación teórico-conceptual al Trastorno del Espectro Autista (TEA).....	20
Aproximaciones conceptuales a los modelos causales del TEA.....	21
Principios de funcionamiento y aplicación clínico – investigativa de la neuro modulación no invasiva.....	25
Estimulación Magnética Transcranial: Generalidades	25
Estimulación Transcranial de Corriente Continua: Generalidades.....	30
Evidencias empíricas en base a ensayos clínicos aleatorizados respecto a aplicación de protocolos no invasivos.....	33
EMT aplicada a TEA: Sistematización de ensayos clínicos.	33
ETCC: Sistematización empírica actualizada.	37
Inferencias	41
Recomendaciones.....	42
Conclusiones	42
Referencias bibliográficas	44

Resumen

El Trastorno del Espectro Autista (TEA), es una afección clínica, está relacionada con el neurodesarrollo, es por ello que quienes padecen de TEA, presentan deficiencias en varias áreas, como la cognición, memoria, atención, el reconocimiento emocional y las habilidades sociales. En razón de esto, se justifica la necesidad de nuevos abordajes terapéuticos innovadores como la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) y la Estimulación Transcraneal de Corriente Continua (ETCC), que ofrecen una nueva perspectiva de tratamiento a esta afección. **Objetivos:** Exponer de forma sintetizada los beneficios y limitaciones de la neuromodulación no invasiva como alternativa de tratamiento para el TEA. **Metodología:** Revisión bibliográfica de 51 artículos desde la biblioteca virtual de la Universidad Católica de Cuenca y en bases científicas como: Scopus, Web of Science, Pub Med y Google Académico. **Resultados:** Se presentaron perspectivas alentadoras de la EMT, ya que hasta la actualidad se emplean protocolos de activación de potenciales de acción en un rango de frecuencia de 1 a 20 Hz, aportando en la disminución en las habilidades receptivas, expresivas, domésticas y comunitarias. Por su parte, el protocolo de la ETCC con corriente de 1mA aporta en muestra resultados favorecedores en áreas de comportamiento, sociabilidad y conciencia sensorial/cognitiva. **Conclusiones:** Los hallazgos científicos indican que la EMT y la ETCC podrían tener efectos positivos para el Trastornos del Espectro Autista TEA. Sin embargo, es importante mencionar los vacíos que aún existen para cuantificar los resultados que se presentan a largo plazo en personas con Dx. TEA que reciben neuromodulación no invasiva.

Palabras clave: Ensayos clínico aleatorizados, estimulación magnética transcraneal, estimulación eléctrica transcraneal de corriente continua, neuromodulación no invasiva, trastorno del espectro autista.

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD), a clinical condition, is associated with neurodevelopment, which is why people with ASD show impairments in several areas, such as cognition, memory, attention, emotional recognition, and social skills. This is why there is a need for new innovative therapeutic approaches such as Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) and Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS), which offer a new approach to the treatment of this condition. **Objectives:** To summarize the benefits and limitations of noninvasive neuromodulation as a treatment alternative for ASD. **Methodology:** A literature review of 51 articles from the online Catholic University of Cuenca library and scientific databases such as Scopus, Web of Science, PubMed, and Google Scholar was conducted. **Results:** Encouraging perspectives of TMS were presented since, up to now, action potential activation protocols are used in a frequency range of 1 to 20 Hz, contributing to the decrease in receptive, expressive, domestic, and community skills. On the other hand, the TDCS protocol with 1mA current provides favorable results in areas of behavior, sociability, and sensory/cognitive awareness. **Conclusions:** Scientific findings indicate that TMS and TDCS may have positive effects on ASD. However, it is essential to mention the gaps that remain in terms of quantifying the long-term outcomes that occur in individuals with ASD receiving non-invasive neuromodulation.

Keywords: Randomized clinical studies, transcranial magnetic stimulation, transcranial direct current electrical stimulation, noninvasive neuromodulation, autism spectrum disorder.

Introducción

El Trastorno Espectro Autista (TEA), es un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por las deficiencias en la comunicación e interacción social en diferentes contextos, acompañado generalmente de patrones repetitivos de comportamiento, así como por la pérdida de interés en diversas actividades (American Psychiatric Association, 2014).

Una persona bajo diagnóstico de TEA, experimenta dificultades notorias para interactuar normalmente con sus padres, familiares o personas cercanas a su entorno. Los comportamientos cotidianos de interacción socio emocional entre un hijo con autismo y su madre son escasos o nulos; así también, el contacto ocular, la sonrisa, los gestos, las posturas, el acercamiento, el abrazo, etc., factores que no son comunes bajo tales circunstancias (Castro & Clave, 2015).

Las dificultades que presentan los niños y niñas con TEA, en la comunicación, no solo limitan su capacidad de relacionarse efectivamente con los demás, también afectan su potencial para expresar necesidades básicas, lo cual incide en su seguridad personal. Socialmente, la ruptura en el ámbito educativo demanda la necesidad de hacer uso de centros académicos especializados, separando a esta población del resto de niños aún a edades tempranas (Morales, 2013).

Las dificultades para realizar actividades grupales, como jugar, hacer amistades o participar en la comunidad, como cualquier otro niño/a representan también factores de interés desde la perspectiva psicológica, clínica y educativa, convirtiendo al TEA en un auténtico desafío para las nuevas generaciones de profesionales en salud mental y adaptación educativa (Morales, 2013).

Desde una perspectiva semiológica, el DSM-5 enmarca los criterios diagnósticos del TEA como se describen en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1

Criterios Diagnósticos del TEA de acuerdo al DSM-5

A. Deficiencias persistentes en la comunicación social y en la interacción social en diversos contextos, manifestando lo siguiente:

1. Deficiencias en la reciprocidad socioemocional, como el fracaso de la conversación normal en ambos sentidos, disminución en interés, emociones o afectos compartidos, hasta el fracaso en iniciar o responder a interacciones sociales.

2. Las deficiencias en la conducta comunicativa no verbal utilizada en la interacción social varían, como una comunicación verbal y no verbal poco integrada, anomalías en el contacto visual y del lenguaje corporal o deficiencias en la comprensión y el uso de gestos, hasta una falta total de expresión facial.

3. Las deficiencias en el desarrollo, mantenimiento y comprensión de las relaciones varían, como las dificultades para ajustar el comportamiento en diversos contextos sociales, pasando por dificultades para compartir juegos imaginativos o para hacer amigos, hasta la ausencia de interés por otras personas.

B. Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades, que se manifiestan en dos o más de los siguientes puntos, actualmente o por antecedentes:

1. Movimientos, utilización de objetos o habla estereotipados o repetitivos, como alineación de juguetes o cambio de lugar de los objetos, ecolalia, frases idiocrasicas.

2. Insistencia en la monotonía, excesiva inflexibilidad de rutinas o patrones ritual-izados de comportamiento verbal o no verbal, como angustia frente a cambios pequeños, dificultades con las transiciones, patrones de pensamiento rígidos, rituales de saludo, necesidad de tomar el mismo camino o de comer los mismos alimentos cada día.

3. Intereses muy restringidos y fijos que son anormales en cuanto a su intensidad o foco de intereses, como fuerte apego o preocupación por objetos inusuales, intereses excesivamente circunscritos o perseverantes.

4. Hiper- o hiporreactividad a los estímulos sensoriales o intereses inhabituales por aspectos sensoriales del entorno, como indiferencia aparente al dolor/temperatura, respuesta adversa a sonidos o texturas específicas, olfateo o palpación excesiva de objetos, fascinación visual por luces o el movimiento.

C. Los síntomas deben estar presentes en las primeras fases del periodo de desarrollo (pero se pueden no manifestarse totalmente hasta que la demanda social supera las capacidades limitadas, o pueden estar enmarcados por estrategias aprendidas en fases posteriores de la vida).

D. Los síntomas causan un deterioro clínicamente significativo en lo social, laboral u otras áreas importantes del funcionamiento habitual.

Fuente: American Psychiatric Association 2014.

Presentación del problema

Es necesario destacar que la vida de una persona que padece de TEA, tiene muchas limitaciones, acentuadas por comportamientos difíciles de abordar; como hiperactividad,

alteraciones del sueño y de la alimentación. Por estas razones, la convivencia con estos pacientes genera desgaste y frustración entre los padres, cuidadores y tutores (Cala et al., 2015).

En este sentido, el impacto del TEA sobre la salud física y emocional de padres y demás miembros de la familia, recae en muchas horas de su tiempo a dar respuesta a los requerimientos del niño/a diagnosticado, perjudicando con ello, las necesidades de otros niños o adolescentes que viven en el hogar. Otro aspecto que se ve afectado, es el presupuesto familiar, pues el tratamiento del TEA requiere la inversión continua de recursos económicos, tanto en medicamentos como en psicoterapia y adaptabilidad educativa (Castro & Clave, 2015)

En cuanto a cifras epidemiológicas, la Organización Mundial de la Salud (2022), estima que, a nivel mundial, 1 de cada 160 niños padecen de autismo, lo cual constituye que, de 1,500 millones de niños en el mundo, cerca de 9.375 millones estarían diagnosticados con TEA, donde el género masculino sería predominante. Sin embargo, esta apreciación solo representa una cifra media, debido a que la prevalencia varía considerablemente en diferentes estudios. A continuación, se demuestran los datos epidemiológicos del TEA a nivel internacional tabla 2.

Tabla 2

Algunos datos epidemiológicos sobre el TEA a nivel internacional

Internacional							
País	Año de Estudio	Autores	Edades	Género	Tamaño de la muestra	# de Niños con TEA	%
EEUU	2018	Mozes Alan	3-17 años	masculino	73'100,000	584,800	0.8
Arabia Saudita	2022	Statista Research Department	0 - 14 años	masculino	9'347,000	94,124.3	1.007
Qatar	2022	Statista Research Department	0 - 14 años	masculino	369,630	5,588.9	1.512

Nota: La tabla 2 muestra las cifras correspondientes a niños y adolescentes con Dx. de TEA en EE. UU, Arabia Saudita, Qatar entre 2018 y 2022.

Respecto a la prevalencia de TEA, en la tabla 2 se han expuesto los datos demográficos como edad y género, además se ha presentado el tamaño de la muestra de los países seleccionados con el total de niños y adolescentes. Se incluye igualmente el número y porcentaje de niños con dx. TEA en cada país.

De la misma manera, en la tabla 3 se presentan los datos epidemiológicos sobre la prevalencia de TEA a nivel latinoamericano.

Tabla 3*Algunos datos epidemiológicos sobre el TEA a nivel latinoamericano*

Latinoamérica							
País	Año de Estudio	Autores	Edades	Género	Tamaño de la muestra	# de Niños con TEA	%
Colombia	2021	Rojas Gaitán Plataforma Digital	< 15 años	masculino	15'904,623	143,142	0.9
Perú	2019	Unica del Estado Peruano Asociacion	< 11 años	masculino	10'000,000	14,156	0.14
Guatemala	2018	Guatelmalteca por el autismo	-	-	6'580,554	225,000	3.4

Nota: La tabla 3 muestra las cifras de niños y adolescentes con Dx. de TEA en Colombia, Perú, Guatemala entre 2018 y 2021.

En Ecuador, existe una población de aproximadamente 4.3 millones de niños y adolescentes, de los cuales, alrededor de 2,099 menores estarían diagnosticados con TEA, lo que equivale a un 0.5% entre la población infantil. Sin embargo, gran parte de los que la padecen no son tratados, debido a que el sector público no cuenta con las áreas indicadas, debiéndose esperar hasta seis meses tras la primera cita. Otra opción es el sector privado, donde los costos de tratamiento rodean los \$500 mensuales, es decir; más que la canasta básica en el país (Ministerio de Salud Pública, 2022)

Por otra parte, los modelos de intervención más comunes para el tratamiento de esta condición, recaen sobre abordajes farmacológicos y psicoterapéuticos respectivamente. El objetivo de los abordajes farmacológicos, es ayudar a disminuir la sintomatología relacionada con el TEA, que generalmente se refleja en conductas específicas de orden auto lesivo y ritualístico, entre otras (González-Moreno, 2018).

En este sentido, la atomoxetina, es un fármaco no estimulante, cuya función persigue inhibir la recaptación de noradrenalina, cabe mencionar que en el estudio de Reyes & Pizarro, (2022), se reporta reducción sintomatológica de hasta un 21%, sin embargo, se debe tomar en

cuenta los efectos adversos que este fármaco presenta, como la disminución del sueño, irritabilidad y labilidad del humor.

Por su parte, Gitleman y Kleberger (2022), indican que, la risperidona, manifiesta resultados positivos a nivel clínico. Sin embargo, los diversos efectos adversos del tratamiento, como el aumento de peso y apetito, siguen representando un problema grave aún sin solución aparente.

Otro de los medicamentos utilizados es el aripiprazol, cuya eficiencia se ha visto reflejada a corto plazo, enfocándose en la disminución de comportamientos estereotipados, irritabilidad e hiperactividad. De cualquier modo, se han reportado efectos adversos en algunos estudios como el de Gitleman y Kleberger, (2022), con una muestra de 47 niños, con edades entre los 5 y 7 años, manifestando síntomas de sedación, ganancia de peso e hipersialorrea.

En relación con el ámbito psicoterapéutico, es importante mencionar que el trabajo se ejecuta en los múltiples entornos afectados: familiar, social, académico, etc. En este aspecto, (González-Moreno, 2018), menciona que el uso del juego en las sesiones terapéuticas ha tenido resultados positivos con relación al desarrollo comunicativo, emocional y simbólico de niños con TEA, ya que, en cada sesión se vuelve fundamental trabajar con la familia y su entorno académico, apoyándose en materiales como títeres para el fomento de la expresión emocional.

Cabe mencionar dos modelos importantes dentro del ámbito psicoterapéutico: el modelo *Treatment and Education of Autistic and Commun (TEACCH)* y el *Applied Behavior Analysis (ABA)* respectivamente.

El modelo TEACCH, fue instaurado por el psicólogo Eric Schopler, en la Universidad Carolina del Norte en EEUU con el objetivo de desarrollar habilidades básicas de comunicación, comprensión, imitación, juego, entre otras. Este modelo ha contribuido a comprender y abordar el diverso mundo de quienes padecen de autismo, su manera de pensar, y la forma en que aprenden y perciben su entorno (Morales-Esquivel, 2021).

Según un estudio realizado en la Universidad Europea, en donde se analizó la influencia que el método TEACCH presenta con relación a la enseñanza académica de niños con TEA, los resultados obtenidos fueron positivos, debido a que hubo un gran incremento en el desarrollo de la comunicación, el lenguaje y un buen rendimiento académico, además de fortalecer los vínculos entre padres de familia, docentes e infantes con TEA (Morales-Esquivel, 2021).

Cabe mencionar que, para lograr los mencionados resultados, fue fundamental la aplicación de estrategias visuales y dinámicas con la finalidad de que exista una mejor comprensión para los menores y como resultado de ello se obtuvo una mejor comprensión de contenido, así como una mejoría en sus calificaciones. Además de trabajar en la reestructuración del entorno, haciendo énfasis en el medio del hogar, debido a que los padres de familia mostraron mayor colaboración en la enseñanza de sus hijos desde el hogar (Cornejo-Castillo, 2020).

De esta manera se percibe que el método TEACCH, permite la colaboración de diversas personas, trabajando en los distintos entornos en los cuales, quienes padecen de TEA, han presentado dificultades adaptativas, este método, además, evalúa aquellas necesidades en las cuales es de suma importancia trabajar, para que posterior a ello, se pueda crear diversas estrategias que posibiliten la adaptación y cambios estructurales, no solo de los niños sino también de los docentes y padres, logrando así que se pueda trabajar en equipo desde lo académico y familiar (Cornejo-Castillo, 2020).

Por otra parte, el método ABA utiliza tanto técnicas como principios conductuales, con el objetivo de generar un cambio significativo en el comportamiento del individuo, es por ello que se ha demostrado su gran eficacia en la disminución de comportamiento inadecuados, mejoras en la comunicación, relaciones sociales, imaginación y el lenguaje (Valencia-Cifuentes & Becerra, 2019).

Por lo tanto, se puede mencionar que ABA, es un método educativo-terapéutico, mediante el cual, se busca que el menor adquiera habilidades y disminuya comportamientos inadecuados, mejorando así su calidad de vida y aprendizaje, además de fomentar el trabajo en equipo entre el entorno educativo y familiar con la finalidad de que existan mejoras en los pacientes, sin la necesidad que este proceso se vuelva tedioso y tensionante, es por ello que el trabajo con animales ha sido una opción favorecedora para quienes padecen de TEA (León & Linares, 2017).

De cualquier manera, entre las limitaciones de los tratamientos descritos, el factor económico es fundamental, en tanto la medicación tiene un valor elevado con relación al sueldo básico de una familia promedio en Latinoamérica. Así también, los diversos tratamientos psicoterapéuticos requeridos y los programas de una educación exclusiva, demandan valores significativos a riesgo de abandonar los procesos. Por su parte los fármacos, aunque representan

las recomendaciones goldstandar, siguen siendo fuente de polémica en razón de los efectos colaterales, la refracción y la dependencia potencial que pueden causar.

Justificación

En razón de lo expuesto, se están desarrollando nuevas técnicas con aproximaciones alternas, fortuitamente fortalecidas por evidencia científica mediante ensayos clínicos aleatorizados, siendo una de las opciones, la neuromodulación no invasiva, un método innovador y novedoso, además de seguro y eficaz, al lograr una respuesta terapéutica a largo plazo (Sánchez et al., 2020).

En países como Ecuador, desde hace varios años se ha podido observar la ausencia de eficacia frente a políticas públicas de salud y educación en relación con la atención de pacientes con TEA, ya que no existe un plan estratégico que busque cubrir no solo la parte económica, sino también la parte inclusiva de aprendizaje y el tratamiento (Ministerio de Salud Pública, 2022).

Con la presente investigación perseguimos familiarizar al lector con los beneficios, aunque también las limitaciones, que la evidencia científica ha puesto de manifiesto respecto del abordaje de esta condición mediante los nuevos métodos de neuromodulación no invasiva, específicamente la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) y la Estimulación Transcraneal de Corriente Continua (ETCC), cuyos efectos se muestran esperanzadores con resultados significativos en ensayos clínicos aleatorizados, y meta análisis (Marato, 2017; Ortiz Cruz et al., 2022). Mediante este trabajo se busca también sinterizar las principales características de la EMT y la ETCC, desde el aspecto teórico conceptual, metodológico y experimental, sirviendo como guía para futuras investigaciones que permitan comparar o combinar este tipo de neuromodulación no invasivas con diferentes tratamientos para asistir el TEA, ampliando así los conocimientos sobre el área de las neurociencias aplicadas a la salud mental a nivel mundial.

Es de suma importancia mencionar que tanto la EMT y ETCC, son métodos que parecen potencializar mejoras significativas en relación a los procesos de aprendizaje, habilidades sociales, concentración en clases, y una significativa disposición al momento de seguir una rutina (Ortiz-Cruz et al., 2022).

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los principales beneficios, así como las principales limitaciones relacionadas

a la aplicación de la neuromodulación no invasiva como alternativa de tratamiento para el Trastorno del Espectro Autista en la última década?

Objetivos

General

Evaluar los beneficios y limitaciones de la neuromodulación no invasiva como alternativa de tratamiento para el Trastorno del Espectro Autista, mediante una revisión de literatura científica actualizada.

Específicos

- Sistematizar las principales características del Trastorno Espectro Autista desde un marco teórico conceptual.
- Describir los principios de funcionamiento y aplicación clínico- investigativa de las 2 principales técnicas de neuromodulación no invasiva: Estimulación Magnética Transcraneal y Estimulación Transcraneal de Corriente Continua.
- Presentar los principales hallazgos publicados en los últimos 10 años respecto de la aplicación de protocolos neuromodulatorios no invasivos en población bajo diagnóstico de TEA.
- Establecer las inferencias y recomendaciones pertinentes tras la revisión de literatura desarrollada, respecto de la neuromodulación y el TEA.

Método

La presente revisión bibliográfica fue desarrollada mediante una recolección de información actualizada con relación a nuestras variables de estudio, utilizando bases de fuentes bibliográficas académicas registradas en los últimos 10 años.

Diseño

Investigación bibliográfica de enfoque cualitativo, con alcance descriptivo.

Estrategia de búsqueda

Se efectuó una selección de artículos científicos desde revistas registradas en las bases científicas de la Universidad Católica de Cuenca como: Scopus, Web of Science, Pub Med y Google Académico.

Palabras clave

Beneficios terapéuticos, ensayos clínicos aleatorizados,, estimulación magnética transcraneal, estimulación eléctrica transcraneal de corriente continua, neuromodulación no invasiva, prevalencia, trastorno del espectro autista.

Criterios de selección

Artículos científicos, ensayos clínicos con población de niños y adolescentes, libros, artículos en inglés, español y portugués con un máximo de 10 años desde su publicación.

Criterios de exclusión

Artículos publicados en páginas no indexadas, publicaciones con más de 10 años de antigüedad, estudios de caso, publicaciones en idiomas ajenos a los seleccionados, publicaciones alejadas de la línea de investigación de nuestro proyecto.

Procedimiento para el análisis de información

Cada uno de los artículos seleccionados para nuestra revisión, será descrito en base a un modelo de ficha bibliográfica estandarizada, cuyas características se describen en la tabla 4

Tabla 4

Ficha bibliográfica guía para desarrollar el estado de arte

ORGANIZACIÓN DE DATOS POR ESTUDIO SELECCIONADO

Autores	País/ Año	Muestras	Variables	Objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones/ recomendaciones
---------	-----------	----------	-----------	-----------	-------------	------------	----------------------------------

Nota: Tabla 4 Información a desarrollar durante la revisión bibliográfica respecto a los artículos científicos a ser recopilados.

La fiabilidad y validez de la información estarán respaldadas por el proceso de selección en base al formato de la CONSORT y el nivel de impacto de la revista correspondiente con cada artículo (Q1, Q2, Q3, Q4). El análisis correspondiente será de carácter cualitativo descriptivo.

Desarrollo

Aproximación teórico-conceptual al Trastorno del Espectro Autista (TEA)

Desde una apreciación más amplia, el TEA representa una afección que comúnmente se manifiesta en la infancia temprana y que recae con un impacto significativo en el desarrollo de las habilidades sociales y comunicativas de los individuos afectados. A nivel cognitivo, se caracteriza por dificultades en la capacidad de comprender y anticipar los pensamientos, emociones y experiencias de los demás, lo que puede influir en las funciones ejecutivas, el juicio y el sentido común. Además, se observan desafíos conductuales que se traducen en dificultades para comunicarse y relacionarse con otras personas, así como comportamientos repetitivos (Cristina et al., 2016).

En el ámbito emocional, los individuos con TEA a menudo tienen dificultades para

identificar, interpretar y responder de manera adecuada a las emociones de quienes los rodean, así como para expresar empatía y simpatía. Estas dificultades se ven exacerbadas por las limitaciones en la esfera social, lo que afecta su desempeño en entornos como la escuela y otros aspectos de la vida cotidiana (Gutiérrez Ruiz, 2019).

Así mismo, el TEA se distingue por las discapacidades en el desarrollo originadas por diferencias neurobiológicas, que engloban una gama diversa de síntomas relacionados con una disfunción en el sistema nervioso central, manifestándose en diversos grados de intensidad y reflejándose en una perturbación significativa en la conducta. Este trastorno implica una disarmonía generalizada en la evolución de las habilidades cognitivas superiores, sin que el potencial intelectual inicial del individuo tenga una influencia determinante en esta disfunción (Kodak & Bergmann, 2020).

Además, se han identificado variaciones en la prevalencia, el momento del diagnóstico y la presentación de conductas estereotipadas, así como en el desarrollo cognitivo y del lenguaje en niños con TEA de diferentes trasfondos culturales. Estos hallazgos subrayan la idea de que, aunque los síntomas clínicos del TEA sean universales, su manifestación y gravedad pueden ser influenciadas por factores socioculturales (Cristina et al., 2016).

Aproximaciones conceptuales a los modelos causales del TEA.

Factores Genéticos.

En este contexto, entre factores genéticos, el TEA parece manifestarse de manera hereditaria en algunas familias, identificándose genes asociados como el HOXA1, un gen homeocaja o homeobo, el cual juega un papel crítico en el desarrollo de estructuras importantes del cerebro, los nervios craneales, el oído, el cráneo y el cuello. Sin embargo, se han detectado variantes genéticas de nuevo origen, que surgen espontáneamente en el ADN y que aparentemente no se heredan (Nieto & Utria, 2023).

Factores Neurofisiológicos.

Con respecto a los factores neurofisiológicos, se han identificado anomalías en los neurotransmisores, específicamente un aumento en los niveles de serotonina en la sangre de aproximadamente una cuarta parte de los individuos con TEA. Este incremento se manifiesta en las plaquetas sanguíneas y podría servir como un indicador confiable de un mayor riesgo diagnóstico (Lyll, et al., 2017).

Por otro lado, las neuronas espejo, también conocidas como neuronas de resonancia, se encuentran en diversas áreas del cerebro, especialmente en el área de la corteza frontal y el lóbulo parietal. Estas neuronas tienen como función activarse cuando una persona realiza una acción específica o al instante de observar a otra persona realizarla. Es decir, estas neuronas reflejan mediante sus potenciales de acción, los comportamientos de los demás. Las mismas juegan un papel esencial en la percepción y comprensión de las acciones motoras y las motivaciones y/o emociones subyacentes a las conductas o gesticulaciones observadas en otros, así como en procesos cognitivos superiores, como la imitación, la teoría de la mente, el desarrollo del lenguaje y la empatía (Khalil et al., 2018).

En este sentido, se conoce que los procesos cognitivos correspondientes al TEA en asociación a las neuronas espejo se encuentran alterados, lo cual daría explicación de particularidades como las dificultades para empatizar con el entorno. Lo que se traduce en dificultades para comprender las emociones de los demás o interpretar señales sociales. Es importante destacar que la relación entre las neuronas espejo y los síntomas de antipatía relacionados al TEA es compleja y no está completamente comprendida, debido a que la patología abarca una amplia gama de perfiles y habilidades, lo que quiere decir que, el funcionamiento de las neuronas espejo pueden variar de un individuo a otro (Häusser, 2012).

Exposición prenatal a sustancias tóxicas.

Del mismo modo, se ha investigado la exposición prenatal a sustancias tóxicas como el plomo, el mercurio, pesticidas y productos químicos industriales, aunque los resultados han sido variados no se han establecido una conexión causal sólida (Lyll et al., 2017).

Desafíos terapéuticos a nivel farmacológico y clínico.

Enfoque Farmacológico.

El tratamiento del TEA es complejo y generalmente incluye una combinación de enfoques terapéuticos y farmacológicos, que en ciertos casos pueden ser recetados para abordar síntomas específicos o comorbilidades (Serrano, 2021).

Entre los fármacos más utilizados para tratar el TEA, están:

- Antipsicóticos atípicos, entre los que destacan la risperidona y el aripiprazol, ambos aprobados por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de EEUU) para tratar sintomatología como la agresión, rabietas, irritabilidad y las conductas auto lesivas (Reyes & Pizarro, 2022).
- Inhibidores selectivos de la receptación de serotonina (ISRS), como son la fluoxetina y sertralina, utilizadas para la ansiedad, depresión y comportamientos repetitivos, cabe mencionar que presentan efectos secundarios como vómito, diarrea, náuseas, pérdida de apetito, entre otros (Reyes & Pizarro, 2022).

A nivel cognitivo, los efectos farmacológicos adversos reportados incluyen disminución en la concentración y atención, dificultad en el aprendizaje, problemas de memoria, entre otros que pueden generar dificultades en el desarrollo de habilidades y en el aprendizaje, e incluso en algunos casos, exacerbar los síntomas propios de la patología (Popow et al., 2021).

Así mismo, se encuentran efectos secundarios a nivel conductual, como retraimiento, apatía, problemas de sueño e hiperactividad. Estos particulares siguen representando auténticos desafíos en el contexto de un modelo de abordaje eficaz y mínimamente corrosivo (Vaidyanathan et al., 2020)

Otra limitación que se ha encontrado recae en la polifarmacia, es decir, el consumo diario de 3 o más medicamentos, esto se da debido a que el paciente tiene una variedad de condiciones médicas crónicas o agudas que requieren tratamientos farmacológicos diferentes, algo muy común en niños que padecen TEA (Reyes & Pizarro, 2022).

Por último, el costo de los fármacos puede ser significativo, afectando la economía familiar, en tanto los centros de salud pública, particularmente en nuestro país, no cuentan con el abastecimiento necesario para este tipo de pacientes, provocando que los cuidadores opten por adquirir un seguro privado, el cual, a su vez, cubre solo un mínimo porcentaje de gastos a nivel farmacológico o de intervención clínica (Sampaio et al., 2022).

Enfoques terapéuticos.

Por otra parte, uno de los enfoques con mayor evidencia dentro de la población infantil con TEA, es la Terapia Cognitivo Conductual (TCC), la cual se centra en la identificación y cambio de pensamientos y conductas desadaptativas. Entre los beneficios del uso de la TCC se encuentra un mejor desarrollo de las habilidades sociales y de comunicación mediante técnicas que, en el caso de pacientes con Dx. de TEA, proporcionan capacidades para comunicarse de

manera más efectiva y asertiva al momento de desarrollar relaciones interpersonales (Lake et al., 2020).

Uno de los beneficios de la TCC es la reducción de comportamientos negativos en pacientes, como autolesiones o agresividad, mediante estrategias de afrontamiento y modificación de conductas. No obstante, su aplicación en individuos con TEA presenta desafíos notables. Las limitaciones incluyen dificultades en la comunicación, tanto verbal como no verbal, generando conflictos en la comprensión mutua y complicaciones en la aplicación de técnicas que requieren interacción. Además, se destaca la resistencia al cambio, ya que la TCC busca desafiar patrones de pensamiento o comportamiento, provocando intensa resistencia debido a la amenaza percibida a las rutinas establecidas, estas consideraciones resaltan la complejidad de adaptar la TCC a las características particulares de los pacientes con TEA (Lake et al., 2020).

Otra de las intervenciones psicoterapéuticas de gran apoyo, es la terapia familiar, enfocada en ayudar a entender y manejar de manera óptima los desafíos que enfrenta el núcleo familiar al tener un miembro que padece de TEA. Dentro de los beneficios de la terapia familiar está la comunicación y el apoyo emocional, ya que por medio de la intervención terapéutica se puede enseñar diversas estrategias de comunicación verbal o no verbal intrafamiliar con el objetivo de mejorar la dinámica de los miembros (Simon et al., 2020).

De todas maneras, la terapia familiar enfrenta limitaciones y obstáculos como el abordar la tendencia de apego a rutinas, dificultad de adaptación a los cambios, estrés, confusión, necesidad de apoyo emocional, entre otros., lo que puede generar ansiedad y resistencia, además de presentar cambios dentro de la dinámica familiar (Romney & Jones, 2020).

Otras limitantes implican la necesidad de adaptar diversos métodos de enseñanza en respuesta a las necesidades individuales de cada paciente (McKenzie et al., 2022). Estos factores abogan por la necesidad de implementación de nuevas alternativas estrategias capaces de solventar los vacíos aquí descritos.

En síntesis, el TEA es un trastorno del neurodesarrollo que afecta significativamente las habilidades sociales y de comunicación de quienes lo padecen. Su origen implica una compleja interacción entre factores genéticos, neurofisiológicos, inmunológicos y ambientales. Para abordar esta complejidad, se han sugerido dos enfoques estandarizados: TCC y la Terapia Familiar, aunque ambos aún manifiestan desafíos importantes, dado que las necesidades varían

ampliamente entre individuos por los que existe la necesidad de implementar estrategias multidisciplinarias y sobre todo nuevas técnicas como la neuro modulación no invasiva, variable sobre la cual el presenta estudio se focaliza en los siguientes puntos (McKenzie et al., 2022).

Principios de funcionamiento y aplicación clínico – investigativa de la neuro modulación no invasiva.

Estimulación Magnética Transcraneal: Generalidades

Principios de inducción electromagnética de Michael Faraday.

La EMT es una técnica no invasiva utilizada en los campos de la neurobiología y la neuropsicología para estudiar y tratar el cerebro humano, sus principios responden a los aportes de Michael Faraday en el siglo XIX sobre inducción electromagnética. En este sentido, la EMT utiliza campos magnéticos para inducir corrientes eléctricas de 2do orden en ciertas partes del cerebro, lo que puede tener un efecto modulador sobre la actividad neuronal. Los principios básicos fueron establecidos en la década de 1980 por Anthony Barker y sus colegas, quienes inventaron la bobina de estimulación utilizada en la EMT moderna y demostraron que se pueden inducir corrientes eléctricas de manera segura en el cerebro humano utilizando campos magnéticos de alta intensidad y corta duración (Burke et al., 2019).

En 1991, este método fue mejorado y utilizado para estudiar y regular la función cerebral. Investigadores como Mark George y Pascual-Leone han llevado a cabo investigaciones innovadoras sobre la aplicación terapéutica de la EMT para trastornos neuropsiquiátricos y neurológicos. Desde la década de 2000, la EMT se ha incorporado a la investigación y las modalidades de tratamiento de la neurociencia, y se han realizado numerosos ensayos clínicos para evaluar su eficacia en el tratamiento de la depresión, la esquizofrenia, el dolor crónico y otros trastornos neurológicos y psiquiátricos (Burke et al., 2019).

La ley de Faraday establece que la magnitud de la corriente inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la tasa de cambio del flujo magnético a través del circuito. En el contexto de la EMT, esta ley significa que la fuerza de la corriente inducida en una neurona es proporcional a la rapidez con la que cambia el campo magnético producido por la bobina. Por otro lado, la ley de Lenz, derivada de los experimentos de Faraday, establece que

la dirección de la corriente inducida es opuesta al cambio en el flujo magnético inducido. En el contexto de EMT, esta ley significa que la corriente inducida en el cerebro debido a cambios en el campo magnético creado por la bobina tiene una dirección específica (López & Kabar, 2023).

En particular, esta inducción permite que los campos de estimulación magnética se dirijan con precisión a regiones cerebrales específicas, lo que permite a los investigadores y médicos modular la actividad neuronal. Esto es esencial para estudiar funciones cerebrales precisas y tratar trastornos neuropsiquiátricos y neurológicos localizados (Klomjai et al., 2015).

Equipo de Estimulación Magnética Transcraneal.

El equipo de EMT utiliza un generador de energía (ver figura 1), que genera pulsos cortos de corriente eléctrica dirigida a una bobina productora de un campo magnético pulsátil. El monitor posee accesorios auxiliares para controlar temperatura, intensidad y frecuencia del pulso.

Figura 1

Equipo de Estimulación Magnética Transcraneal



Nota. La figura muestra los diferentes componentes de un equipo de EMT (Lopez & Kabar, 2023).

Para obtener una comprensión más sólida de los fundamentos y procedimientos básicos de la EMT, es esencial familiarizarnos con la terminología que se presenta a continuación en la tabla 5.

Tabla 5

Estimulación Magnética Transcraneal: conceptos de base para aplicación clínico-investigativa

Terminología	Descripción
Tren de pulsos	Serie de pulsos magnéticos que se repiten a una determinada frecuencia. La duración y el patrón exactos dependen del protocolo de tratamiento.
Intervalo entre trenes	Lapso refractario entre trenes de pulso.
EMTr	Estimulación magnética transcraneal repetitiva; misma que puede afectar la actividad neuronal en regiones del cerebro y alterar la excitabilidad de las células nerviosas mediante trenes e intervalos repetitivos durante la sesión.
Theta Burst	Este tren de impulsos magnéticos se aplica a una frecuencia de aproximadamente 5 Hz. Esto significa que se envían ráfagas de pulsos magnéticos a esta velocidad.
Pulso único	Un solo pulso magnético aplicado a una región específica del cerebro.
Pulso pareado	Se aplican dos pulsos magnéticos uno tras otro en un corto periodo de tiempo. Estos dos pulsos se entregan en rápida sucesión y pueden tener configuraciones diferentes.
Umbral motor (MT)	El nivel mínimo de estimulación requerido para activar o producir la respuesta motora observada previo inicio de un protocolo y aplicado por lo general cada 5 sesiones

Nota. La tabla 5 muestra diferentes conceptos base relacionados a la EMT con su respectiva descripción en el contexto de aplicaciones clínicas-investigativas (Chail et al., 2018).

Primeras hallazgos clínicos y experimentales de la EMT.

Los primeros experimentos que demostraron la viabilidad del uso de campos magnéticos para generar corrientes eléctricas en el cerebro humano fueron realizados por Anthony Barker y sus colegas a mediados de la década de 1980. En estos experimentos, los investigadores utilizaron bobinas de estimulación magnética para aplicar campos magnéticos de alta intensidad y de corta duración en el cuero cabelludo de los sujetos. Estos campos magnéticos inducían corrientes eléctricas en las neuronas del cerebro que, dependiendo de factores como la intensidad y la frecuencia del campo magnético, provocan la despolarización de las membranas celulares y, en última instancia, estimulan o inhiben la actividad neuronal (Klompjaj et al., 2015).

Es importante destacar que el primer experimento de EMT aplicó campos magnéticos a la corteza motora del cerebro, lo que permitió a los investigadores monitorear y medir las respuestas motoras de los músculos del cuerpo. Estos experimentos proporcionaron evidencia importante de que la EMT puede inducir corrientes eléctricas en el cerebro humano de una manera no invasiva y controlable. A medida que la tecnología se desarrolla y se comprenden mejor los efectos de la EMT en las neuronas, los investigadores están comenzando a explorar una gama más amplia de aplicaciones, desde el estudio de funciones cerebrales específicas hasta el tratamiento de la neuropsiquiatría y los trastornos neurológicos (Burke et al., 2019).

Campos magnéticos de la EMT

La fuerza de un campo magnético induce una corriente eléctrica en los conductores eléctricos cercanos, incluidos los tejidos biológicos del cuerpo humano. En el contexto de la EMT, se utilizan bobinas electromagnéticas para generar campos magnéticos que penetran en el cráneo y llegan a determinadas partes del cerebro, este campo magnético que varía en el tiempo induce corrientes eléctricas en las neuronas y las estructuras cerebrales cercanas (Burke et al., 2019b).

Los cambios temporales en el campo magnético son esenciales para inducir corrientes eléctricas y se monitorean cuidadosamente durante las sesiones de EMT para estimular áreas específicas del cerebro. La corriente inducida por el campo magnético del EMT es de baja intensidad y lo suficientemente débil como para causar daño al tejido cerebral. Sin embargo, son lo suficientemente fuertes como para alterar la actividad nerviosa en el área estimulada.

Dependiendo de la frecuencia y la fuerza del campo magnético, la EMT puede estimular o inhibir la actividad neuronal en ciertas partes del cerebro (Klomjai et al., 2015).

Cómo se generan nuevos campos magnéticos regulados en la corteza cerebral.

Cuando un pulso de corriente pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético en el espacio circundante, los cambios repentinos en la corriente (cambios en el tiempo) producen campos magnéticos de 2do orden que se expanden a nivel de la corteza cerebral. La fuerza y la dirección se controlan y ajustan cuidadosamente para apuntar a áreas específicas del cerebro (Lopez & Kabar, 2023).

Con el tiempo, estas corrientes inducidas pueden modular la actividad nerviosa en el área estimulada. Los parámetros de estimulación como la frecuencia y la intensidad del pulso se ajustan para lograr efectos específicos en las neuronas. Cambiar estos parámetros permite a los profesionales modular la actividad neuronal de diversas formas. Dependiendo de la configuración de los parámetros de estimulación, las neuronas pueden excitarse o inhibirse temporalmente. Estos efectos se utilizan para estudiar la función cerebral, estudiar la plasticidad neuronal (León et al., 2018).

Propiedades clínicas de los campos magnéticos de la neuro modulación.

La EMT se ha utilizado para una variedad de aplicaciones clínicas, incluida la depresión refractaria, la esquizofrenia, el trastorno obsesivo compulsivo (TOC), el dolor crónico y otros trastornos neuropsiquiátricos y neurológicos. También se han realizado investigaciones para mejorar las habilidades motoras después de una lesión cerebral. La neuro regulación ha hecho una contribución importante a nuestra comprensión de la plasticidad cerebral, permitiendo a los profesionales comprender cómo el cerebro se adapta y cambia en respuesta a los estímulos (Chail et al., 2018).

La neuromodulación del campo magnético, como la EMT y la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTr), tiene varias propiedades clínicas valiosas en neurociencia. Algunas de estas propiedades son:

La neuro modulación magnética es un método no invasivo que no requiere cirugía ni procedimientos quirúrgicos. Esto reduce el riesgo del paciente y previene las complicaciones asociadas con los procedimientos invasivos. Los campos magnéticos pueden dirigirse con precisión a partes específicas del cerebro, lo que permite a los profesionales modular la actividad neuronal en áreas específicas. Esto es esencial para estudiar funciones cerebrales específicas y tratar trastornos neurológicos y psiquiátricos locales. Después de la estimulación, la actividad neuronal tiende a volver a su nivel inicial, lo que proporciona flexibilidad al tratamiento y permite que las sesiones se adapten a las necesidades del paciente. Cuando se usa correctamente, la EMT se considera segura, aunque pueden producirse efectos secundarios leves como dolor en el lugar de estimulación o cefaleas transitorias que desaparecen después del tratamiento (Leon-Sarmiento et al., 2013).

Efectos neurofisiológicos de la EMT.

Se utilizan por lo general dos paradigmas clásicos de EMT:

Estimulación de baja frecuencia. Se refiere a un tipo de estimulación que utiliza pulsos magnéticos a una frecuencia más baja o lenta que otros modos de estimulación. Cuando se utiliza estimulación de baja frecuencia para EMT, los pulsos magnéticos generalmente se aplican a una frecuencia inferior a 2,5 Hz (1 pulso por segundo) (León et al., 2022).

Estimulación de alta frecuencia. Se refiere en parte a la estimulación de alta frecuencia en el rango de 5 Hz a 20 Hz o más. La estimulación de alta frecuencia se ha utilizado en investigaciones y terapias clínicas para influir en la excitabilidad neuronal y, en algunos casos, se ha relacionado con la promoción de la plasticidad cerebral (León et al., 2022).

Estimulación Transcraneal de Corriente Continua: Generalidades

Aspectos y fundamentos de la Estimulación Transcraneal de Corriente Continua.

La ETCC tiene sus raíces en los experimentos del siglo XIX de Galvani y Volta, continuados por D'Arsonval y Leduc en el siglo XX, sin embargo, se desarrolló en la década del 2000 al evidenciar que corrientes continuas de baja intensidad son capaces de modular la excitabilidad cerebral. Esta técnica de neuromodulación implica la aplicación de corriente

eléctrica en el cuero cabelludo, centrándose en tres conceptos fundamentales: neuroplasticidad, modulación de excitabilidad neuronal y potencial terapéutico. Al aprovechar la neuroplasticidad, la ETCC influye en la formación de nuevas conexiones sinápticas, beneficiando el tratamiento de lesiones cerebrales y trastornos neuropsiquiátricos. Además, ajusta la excitabilidad neuronal en áreas específicas, ofreciendo aplicaciones en el TEA, con el objetivo de mejorar habilidades sociales y comunicativas (García-González et al., 2021).

Equipo de la Estimulación Transcraneal de Corriente Continua.

La ETCC, utiliza corriente continua y electrodos para regular la actividad cerebral (ver figura 2), es operada por profesionales a través de un sistema integral que incluye un generador y controles, asegurando seguridad y eficacia en la estimulación cerebral.

Figura 2

Equipo de Estimulación Magnética Transcraneal de Corriente Continua



Nota: La figura muestra los diferentes componentes de un equipo de Estimulación Magnética Transcraneal de Corriente Continua (Luckhardt et al., 2021).

Es esencial también familiarizarse con la terminología presentada en la tabla siguiente para adquirir una comprensión más profunda de los principios y procesos asociados a la ETCC.

Tabla 6*Componentes fundamentales de la Estimulación Transcraneal por Corriente Continua*

Nombre	Descripción
Electrodos	Los electrodos emplean tanto el ánodo (electrodo positivo) como el cátodo (electrodo negativo); estos constituyen los puntos por donde la corriente eléctrica entra y sale
Generador de Corriente	Es el aparato que proporciona corriente eléctrica constante al sistema. Este dispositivo necesita generar corriente continua con intensidad y voltaje ajustables, asegurando así que la estimulación sea segura y eficaz.
Controlador de Corriente y Duración	Facilita la regulación de la fuerza y el tiempo de aplicación de la corriente eléctrica que atraviesa los electrodos.
Electrodo de Referencia (Opcional)	En determinadas situaciones, es posible emplear un tercer electrodo denominado electrodo de referencia, con el fin de mejorar la calidad y precisión de la estimulación. Este electrodo se ubica en una posición específica y sirve como punto de referencia para la corriente eléctrica.
Sistema de Fijación	Para asegurar la permanencia de los electrodos durante la sesión de ETCC, se pueden emplear mecanismos de sujeción, como, por ejemplo, correas o bandas elásticas.
Electrodos Conductivos	Estos elementos vinculan los electrodos con el generador de corriente, y es fundamental que sean seguros y eficaces para dirigir la corriente desde el generador hacia los electrodos ubicados en el cuero cabelludo.
Cableado y Conexiones	Es necesario contar con cables y conexiones apropiadas para enlazar todos los elementos del sistema de ETCC, garantizando un flujo de corriente eléctrica controlado y seguro.

Nota: La tabla 6 describe los términos de la Estimulación Transcraneal de Corriente Continua (ETCC) (García-González et al., 2021).

Impacto neurofisiológico de la ETCC.

Así mismo, la ETCC tiene diversos efectos neurofisiológicos que afectan la actividad cerebral y la conectividad neuronal, pudiendo modular la plasticidad sináptica, influir en la liberación de neurotransmisores, y modificar la conectividad funcional del cerebro, aunque puede inducir efectos a largo plazo que varían según los parámetros de estimulación. La aplicación clínica la ETCC se ha explorado en el TEA, aunque la investigación está en fases iniciales y los protocolos específicos pueden variar (Enticott et al., 2014).

Aplicación Clínica de la ETCC.

La aplicabilidad clínica de la ETCC para tratar el TEA se centra en modulares áreas cerebrales específicas relacionadas con habilidades sociales. El tratamiento utiliza un electrodo anódico en regiones específicas y un electrodo catódico en áreas potencialmente hiperactivas.

Mantener baja intensidad de corriente es esencial por motivos de seguridad. La frecuencia y duración de sesiones dependen según la tolerancia individual y la investigación. El tratamiento, ajustado de semanas a meses, se adapta a objetivos específicos y se inicia después de una evaluación exhaustiva de las habilidades sociales del individuo. Importante destacar que la ETCC en el autismo es experimental y no una terapia estándar actualmente. Los estudios clínicos en curso se enfocan en seguridad y eficacia, con posibles impactos en futuras aplicaciones (Luckhardt et al., 2021).

En síntesis, tanto la EMT como la ETCC representan mecanismos alternativos cuya potencial eficacia parece ser prometedora en el marco de abordaje de las psicopatologías y neuropatologías, aunque es necesaria más evidencia que fortalezca estos hallazgos. En este contexto, nuestro siguiente capítulo abordará las principales evidencias empíricas obtenidas desde ensayos clínicos aleatorizados y publicados en la última década, en relación a la aplicación de estos dos mecanismos de neuromodulación no invasiva descritos (Luckhardt et al., 2021).

Evidencias empíricas en base a ensayos clínicos aleatorizados respecto a aplicación de protocolos no invasivos.

EMT aplicada a TEA: Sistematización de ensayos clínicos.

Como se ha expuesto, la EMT representa un procedimiento no invasivo investigado para tratar diversas condiciones neuropsiquiátricas, en este sentido, algunos estudios centrados en el TEA se sistematizan a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7

Protocolos de Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) utilizados como tratamiento alternativo para el TEA.

Autor/es	Muestra	Parámetros de abordaje	de	Reactivos de evaluación	Resultados
Ameis et al. (2020)	N= 40 individuos con Dx. Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0).	GRUPO EXPERIMENTAL		Escala de inteligencia para niños de Wechsler, cuarta edición (WISC-IV), medir la inteligencia en niños y adolescentes.	Basándose en una evaluación clínica anterior y respaldado por una evaluación a través del Programa de Observación de Diagnóstico de Autismo (ADOS-2), Módulo 4 (administrado por SHAI), se incluyeron participantes con un coeficiente intelectual ≥ 70 en el índice de habilidades generales de la Escala de Inteligencia para niños de Wechsler, cuarta edición (WAIS-IV), y la presencia de un deterioro clínicamente significativo en la puntuación $T > 65$ de la Función
Realizado en: Centro para la Adicción y la Salud Mental (CAMH, Toronto, Canadá).	n₁ = 20 (EMT activos) n₂ = 20 (EMT simulado)	Número de sesiones: 12 Área de estimulación: DLPFC bilateral. Frecuencia: 20,0 Hz. MT: 90%		Inventario de calificación para la función ejecutiva (BRIEF), medir las habilidades ejecutivas en niños y adolescentes.	

	<p>Trenes de pulso: 30 pulsos por cada tren, 25 en total.</p> <p>Intervalo entre trenes: 30s entre trenes.</p> <p>Pulsos totales por sesión: 1500 pulsos.</p>	<p>Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB), evaluar diversas funciones cognitivas.</p>	<p>Ejecutiva (FE) en una Escala de Comportamiento BRIEF. A pesar de no encontrarse diferencias significativas en la eficacia entre EMT activa y simulada para FE, la investigación arrojó indicios prometedores que sugieren que la EMT activa podría ser beneficiosa para individuos con dx. de TEA y déficits en el funcionamiento adaptativo.</p>
	<p>GRUPO DE CONTROL</p> <p>Tratamiento simulado con una inclinación de la bobina para no recibir efectos neuromoduladores.</p>		
<p>Kang et al. (2019)</p> <p>Realizado en:</p> <p>Universidad Normal de Beijing</p>	<p>GRUPO EXPERIMENTAL</p> <p>Número de sesiones: 18, dos veces por semana.</p> <p>Área de estimulación:</p> <p>DLPFC izquierda (6 primeras sesiones).</p> <p>DLPFC derecha (6 siguientes sesiones).</p> <p>DLPFC bilateral (6 sesiones restantes)</p> <p>Frecuencia: 1 Hz</p> <p>MT: 90%</p> <p>Trenes de pulso: 18 trenes con 10 pulsos.</p> <p>Intervalo entre trenes: 20s entre trenes.</p> <p>Pulsos totales por sesión: 180 pulsos.</p> <p>Grupos de lista de espera:</p> <p>Se aplicó la bobina en forma de ocho se colocó de manera vertical sobre el cuero cabelludo, sin que ningún campo</p>	<p>Lista de Comportamiento de Autismo (ABC), se utiliza para medir y evaluar el comportamiento de niños con TEA.</p> <p>Electroencefalograma (EGG)</p>	<p>En este estudio, se evaluaron las puntuaciones del cuestionario ABC, completado por los padres del grupo experimental, antes y después del tratamiento con EMTr, revelando problemas de conducta significativos. Además, se realizaron EEGs en dos momentos para el grupo experimental y el grupo de lista de espera: antes del tratamiento y después de 18 sesiones de EMTr. La medición principal fue la Frecuencia Alfa Máxima Individual (iPAF), recolectada 20 minutos antes y después de la EMTr en una habitación tranquila con participantes despiertos y relajados con los ojos abiertos. Tras la aplicación de EMTr, se observaron aumentos significativos en iPAF en ocho ubicaciones de electrodos, abarcando áreas cerebrales claves como la región temporal izquierda, la región temporal derecha y la región occipital. En conjunto, estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la EMTr puede ser considerada como un tratamiento neuromodulador con potencial para mejorar el funcionamiento cerebral y los síntomas de comportamiento asociados al TEA.</p>

			magnético penetrara a través del cuero cabelludo.	
Enticott et al. (2014)	N= 28 Dx. Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0).	GRUPO EXPERIMENTAL		Escala de diagnóstico de Autismo y Asperger de Ritvo (RAADS), instrumento diseñado para evaluar la presencia de características asociadas con el TEA.
Realizado en: Centro de Investigación de Psiquiatría Monash Alfred (Melbourne, Australia).	n ₁ = 15 (EMT activos) n ₂ = 13 (Grupo de control)	Número de sesiones: 10	Área de estimulación: DMPFC (Corteza Prefrontal Dorsomedial)	En cuanto a los resultados de las evaluaciones se evidencio deficiencias en las relaciones sociales según el RAADS y ansiedad auto orientada en situaciones sociales del entorno medido por IRI. Los individuos en el grupo activo experimentaron una disminución notable, aunque no totalmente significativa, en los síntomas de relación social según sus propios reportes después del tratamiento. Además, se demostró una disminución significativa en estos síntomas, en comparación con aquellos del grupo simulado. Los participantes bajo tratamiento activo también evidenciaron una reducción en la ansiedad centrada en sí mismos durante situaciones sociales complejas y emocionales. No se observaron cambios similares en aquellos del grupo simulado. Cabe mencionar que uno de los participantes del grupo activo, luego de ser aplicado el tratamiento informo tener "mareos" durante 5 minutos, así mismo dos participantes más mencionaron haber tenido molestias faciales menores. Dando como resultado que ambos grupos mostraron evidencia de efectos de practica es decir un mejor desempeño con el tiempo.
		Frecuencia: 5 Hz		
		MT: 110%		
		Trenes de pulso: 10 pulsos por tren (30 en total).		
		Intervalo entre trenes: 20s.		
		Pulsos totales por sesión: 1500.		
		GRUPO DE CONTROL		
			Bobina con sonido y vibraciones simuladas sin difusión de campos magnéticos	
Kaokhieo et al. (2023)	N= 13 individuos con Dx.Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0).	GRUPO EXPERIMENTAL		Escala de conducta adaptativa de Vineland (VABS), mide las habilidades adaptativas en personas de todas las edades, desde la infancia hasta la adultez.
Realizado en: Universidad Mahidol, Nakhon Pathom, Tailandia	n ₁ = 6 (EMT activos) n ₂ = 7 (Grupo de control)	Número de sesiones: 10 sesiones	Área de estimulación: DMPFC (Corteza Prefrontal Dorsomedial)	En el grupo experimental se notó un aumento de las puntuaciones de las subelementos del VABS, en habilidades receptivas, expresivas, domésticas y comunitarias. Por otro lado, en el grupo de control no se observó tal aumento. En cuanto al EEG, el ritmo beta en C3 y C4 aumentó en el grupo experimental. Además, se observaron correlaciones positivas entre los cambios en las puntuaciones del subtema expresivo y los cambios en el ritmo beta en el electrodo C4 al inicio e inmediatamente después del tratamiento en el grupo experimental. El grupo de control no mostró diferencias significativas en ningún ítem tanto para los tiempos de observación como de imitación.
		Frecuencia: 5 a 10 Hz.		
		MT: 90%		
		Trenes de pulso: 30 pulsos por cada tren, 25 en total.		

		Intervalo entre trenes: 20s entre trenes.		Los resultados indicaron que las puntuaciones en la VABS variaron de manera significativa entre el inicio y el seguimiento de una semana en el grupo que recibió EMT. No se observó este cambio en el grupo que recibió EMT simulada.
		Pulsos totales por sesión: 1500 pulsos.		
		GRUPO CONTROL	DE	
		Recibió una estimulación simulada.		
Kang et al., (2022)	N= 32 niños con Dx. de Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0).	GRUPO EXPERIMENTAL	Lista de Comportamiento de Autismo (ABC), se utiliza para medir y evaluar el comportamiento de niños con TEA.	Se observaron diferencias significativas en la tasa de recursividad y deterministas entre el grupo experimental y el grupo de control. También se encontró discrepancias discernibles en la puntuación del ABC antes y después de la EMTr para el grupo experimental. La EMTr de 1 Hz podría influir positivamente en la actividad cerebral y el comportamiento de niños autistas con discapacidad intelectual
Realizado en:	(F84.0).	Número de sesiones: 18 sesiones en total (2 veces por semana).		
Universidad Normal de Beijing	n ₁ = 16 (Grupo experimental) n ₂ = 16 (Grupo de control)	Área de estimulación: DLPFC izquierda DLPFC derecha DLPFC bilateral	Electroencefalograma (EGG)	
		Frecuencia: 1 Hz		
		MT: 90%		
		Trenes de pulso: 18 trenes con 10 pulsos.		
		Intervalo entre trenes: 20s entre trenes.		
		Pulsos totales por sesión: 180 pulsos.		
		GRUPO CONTROL: Estimulación simulada.		

Nota: Descripción de los parámetros de protocolos de EMT utilizados como tratamiento alternativo para el Trastorno del Espectro Autista (TEA).

En complemento, en el estudio de J. N. Kang et al. (2019), se señala por primera vez que las sesiones de EMT de alta frecuencia son viables y bien toleradas en individuos jóvenes con TEA. Los eventos adversos en los grupos de tratamiento fueron mayormente de carácter leve a moderado. No se observaron diferencias significativas en el desempeño de la Función Ejecutiva (FE) entre la EMT activa y la simulada. Además, se observó que el funcionamiento adaptativo inicial moderó el impacto de la EMT, indicando que aquellos participantes con un

nivel de funcionamiento inicial más bajo experimentaron mejoras significativas en la FE en el grupo activo en comparación con el grupo simulado.

No obstante, es esencial señalar que no todos los estudios respaldan la aplicación de la EMT como tratamiento no invasivo para pacientes con TEA. Tal es el caso de Ameis et al. (2020), en donde mencionan que no se encontraron diferencias significativas con respecto EMT activa y la simulada en el rendimiento de Función Ejecutiva. Estos hallazgos subrayan la necesidad continua de investigaciones adicionales y un análisis crítico para clarificar el papel de la EMT como una opción terapéutica efectiva y consistente para el TEA.

ETCC: Sistematización empírica actualizada.

En la Tabla 8 se proporciona un resumen de investigaciones realizadas en la última década en relación a la aplicabilidad de la ETCC como alternativa de tratamiento para pacientes con TEA.

Tabla 8

Protocolos de Estimulación Transcraneal de Corriente Continua (ETCC) utilizados como tratamiento alternativo para el TEA.

Autor/es	Muestra	Parámetros de abordaje	Reactivos de Evaluación	Resultados
Nazari et al. (2023) Realizado en: Clínica de desarrollo infantil; clínica psiquiátrica infantil del Hospital Srinagarind.	N= 40 individuos con Dx Trastorno del Espectro Autista DSM- V (F84.0). n ₁ = 20 (ETCC anódica o activa). n ₂ = 20 (ETCC simulada o inactiva).	GRUPO EXPERIMENTAL. Número de sesiones: 8 semanas. Área de estimulación: Corteza prefrontal dorsolateral izquierda (F3). Cátodo: Izquierda Ánodo: Derecha Corriente: 1 mA. Duración de la sesión: 20 minutos. Duración del tratamiento: 5 días consecutivos. GRUPO DE CONTROL Recibieron los mismos parámetros de estimulación, con la diferencia de que la emisión de corriente fue interrumpida después de 30 segundos.	Escala de Calificación del Autismo Infantil (CARS), es un instrumento observacional para evaluar el autismo. Lista de verificación de Evaluación del Tratamiento del Autismo (ATEC), permite evaluar la efectividad de los tratamientos para el autismo. Escala de Evaluación Global Infantil (CGAS), ayuda a proporcionar una medida global del nivel de funcionamiento en niños y adolescentes.	La escala CARS, presentó una mejora significativa estadísticamente en relación a la puntuación total, ya que paso de 34.95 a 32,2 posterior a los 7 días de haber recibido ETCC anódica, por otro lado, no hubo diferencias significativas en el grupo de control. Con relación al ATEC, se presentaron cambios significativos con relación al grupo experimental, específicamente en áreas como: comportamiento, sociabilidad y conciencia sensorial/ cognitiva. Sin embargo, no se observaron cambios en correlación al grupo de control. Por otro lado, el CGAS, mostro un aumento del 90% en el grupo activo en relación con el grupo simulado que solo presentó un 5% en relación a la mejoría.

<p>Hadoush et al. (2020)</p> <p>Realizado en:</p> <p>Universidad de Ciencia y Tecnología de Jordania.</p>	<p>N= 50 individuos con Dx. Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0).</p> <p>$n_1 = 25$ (ETCC anódica de baja intensidad)</p> <p>$n_2 = 25$ (ETCC simulado)</p>	<p>GRUPO EXPERIMENTAL</p> <p>Número de sesiones: 10</p> <p>Área de estimulación: Prefrontal y motora izquierda y derecha.</p> <p>Cátodo: Áreas supraorbitarias derecha e izquierda.</p> <p>Ánodo: Izquierdo y Derecho</p> <p>Corriente: 1mA por electrodo</p> <p>Duración de la sesión: 20 minutos.</p> <p>Duración del tratamiento: 5 sesiones por semana durante 2 semanas.</p>	<p>Lista de verificación de Evaluación del Tratamiento del Autismo (ATEC).</p> <p>Prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, se utiliza para comprobar que una variable se distribuya normalmente.</p> <p>Análisis de la Varianza (ANOVA), técnica estadística, la cual se utiliza para comparar la media entre grupos y determinar si existe diferencias significativas.</p>	<p>Con relación a los datos de referencia tanto en el grupo experimental como el grupo de control que recibieron ETCC, los supuestos de normalidad correspondiente a la puntuación global del ATEC, se confirmaron haciendo uso de la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, en donde se pudo observar que el grupo de experimental tuvo una mejoría significativa posterior a recibir ETCC, según los resultados emitidos por el ATEC en comparación al grupo de control que no presento ningún tipo de mejoría.</p> <p>Dentro de los resultados emitidos por el ANOVA, se observó cambios significativos posterior al uso de ETCC en el grupo de experimental, con relación a la puntuación global de ATEC y subpuntuaciones como; el dominio de sociabilidad, habla y comunicación, lenguaje y el domino de conciencia sensorial y cognitiva. Por otro lado, no hubo cambios significativos en el grupo de control referente a la puntuación total del ATEC y las subpuntuaciones posterior al uso de ETCC</p>
<p>Mahmoodifar & Sotoodeh, (2020)</p> <p>Realizado en:</p> <p>Comité Organizacional de Ética para la Investigación Biomédica de Irán</p>	<p>N= 18 individuos con Dx. Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0).</p> <p>$n_1 = 9$ (ETCC anódica, además de realizar ejercicios motrices como; saltos, saltos en un hula, caminar sobre tablas de 5cm x 2m de puntillas y pisar con un pie delante del otro con la finalidad potenciar el equilibrio estático y dinámico de los individuos).</p>	<p>GRUPO EXPERIMENTAL</p> <p>Número de sesiones: 10</p> <p>Área de estimulación: Corteza motora primaria</p> <p>Cátodo: Región supraorbitada derecha.</p> <p>Ánodo: M1 izquierdo</p> <p>Corriente: 1,5 mA</p> <p>Duración de la sesión: 20 minutos.</p> <p>Duración del tratamiento: 5 sesiones por semana.</p> <p>Grupo de control</p> <p>La duración de la sesión fue 20 segundos y los 20</p>	<p>Matrices progresivas de Raven, mencionado reactivo, ayuda a medir habilidades del pensamiento abstracto, habilidad para resolución de problemas, capacidad de observación y razonamiento.</p> <p>Batería de Evaluación de Movimiento para Niños-2 (MABC-2), permite identificar y describir a individuos con dificultades motrices.</p>	<p>Según la prueba Kolmogorov Smirnov, los resultados emitidos por el test de Raven, no presentaron diferencias significativas antes y después de haber recibido ETCC y realizado los ejercicios de entrenamiento motor, tanto en el grupo experimental como el grupo de control.</p> <p>Por otra parte, se utilizó el ANCOVA para transformar las puntuaciones del MABC-2, dando como resultado lo siguiente; una mejoría significativa en el grupo experimental, especialmente en las pruebas de equilibrio del MABC-2, además de un mejor</p>

	$n_2 = 9$ (ETCC simulado, igualmente recibieron entrenamiento motor idéntico al grupo experimental).	minutos restantes no se aplicó ningún tipo de estimulación.	Kolmogorov Smirnov	desempeño en los ejercicios desarrollados posterior haber recibido ETCC, en comparación con el grupo de control que no presentó un desempeño significativo en ninguna de las pruebas	
			Análisis de covarianza (ANCOVA), es utilizada para comparar medias de una variable dependiente continuo, por medio de dos o más variables de factor, y determinar los efectos de las covariables y sus interacciones covariables con los factores.		
Kang et al. (2023)	Realizado en: Centro de salud mental de la Nueva Área de Shanghai Pudong.	N= 26 individuos con Dx. Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0). $n_1 = 13$ (ETCC anódica y el EEG, se realizó 2 veces, una antes de cualquier sesión y después de todas las sesiones). $n_2 = 13$ (ETCC simulado y EEG una sola vez durante todo el estudio, para poder comparar los microestados con el grupo experimental).	GRUPO EXPERIMENTAL Número de sesiones: 10 Área de estimulación: Corteza prefrontal dorsolateral. Cátodo: Supraorbitario derecho (Fp2) Ánodo: DLPFC (F3) Corriente: 1mA Duración de la sesión: 20 minutos. Sesión total por día: 1 Duración de tratamiento: 2 veces por semana durante 5 semanas. GRUPO DE CONTROL. Obtuvieron 30 segundos de corriente.	Lista de verificación de comportamiento autista (ABC). Microestados de electroencefalografía (EEG), permiten estudiar la frecuencia y duración de varios estados o patrones de actividad de ondas cerebrales.	Los resultados emitidos por los microestados de EEG, se subdividieron en: A, B, C y D. El microestado A mostró diferencias significativas en duración, aparición y cobertura posterior al uso de ETCC en relación al grupo experimental, ya que con el grupo de control no existió evidencia significativa. Por otro lado, el microestado C, si demostró diferencias significativas en su ocurrencia, mientras que los microestados B y D no mostraron evidencia significativa, tanto en el grupo experimental como en el de control. Por otra parte, se evidenciaron mejoras significativas en la puntuación del ABC después de haber recibido ETCC, con relación a relaciones sociales y habilidades del lenguaje y comunicación, todo esto enfocado al grupo experimental ya que el grupo de control no presento un cambio significativo.
Prillinger et al., (2023)	Realizado en: Unidad ambulatoria del departamento de Psiquiatría Infantil y Adolescente de la Universidad de Viena.	N= 20 individuos con Dx. Trastorno del Espectro Autista DSM-V (F84.0). $n_1 = 10$ (ETCC anódica). $n_2 = 10$ (ETCC simulada).	GRUPO EXPERIMENTAL Número de sesiones: 10 Área de estimulación: DLPFC. Cátodo: Región supraorbitaria derecha. Ánodo: F3, según el sistema internacional 10-20 par encefalografía.	Escala de Respuesta Social (SRS), indica la presencia y gravedad del deterioro social en personas con Dx. TEA, además de correlacionarse con conductas disfuncionales.	Según los resultados emitidos por el SRS y el ATEC, se generó una reducción sintomatológica significativa con relación al grupo experimental, sin embargo, el grupo de control no mostró ningún tipo de disminución sintomatológica. En relación a los resultados del MASC y ERT, en cuanto al

<p>Corriente: 2 mA</p> <p>Duración de la sesión: 20 minutos.</p> <p>Duración del tratamiento: 2 semanas con un descanso de 2 días posterior a la quinta sesión.</p> <p>GRUPO DE CONTROL</p> <p>Recibió solo 30 segundos de estimulación con el objetivo de que solo experimenten un pequeño cosquilleo los primeros segundos de sesión.</p>	<p>Lista de verificación de Evaluación del Tratamiento del Autismo (ATEC). Cuestionario de regulación de las emociones (ERQ), mide la capacidad de una persona para ocultar sus emociones (supresión expresiva) y su capacidad para modificarlas (reevaluación cognitiva).</p> <p>Película para la evaluación de la cognición social (MASC), medida naturalista confiable y sensible de la cognición social y el comportamiento de la mirada en adolescente con Dx. TEA.</p> <p>Tarea de reconocimiento de emociones (ERT), tarea de desarrollo propio, la cual utiliza material audiovisual de rostros y escenas sociales, las cuales representan diversos estados emocionales, los mismos que son de ayuda para investigar las habilidades de reconocimiento de emociones.</p>	<p>comportamiento de la mirada, se observó que el grupo experimental mantuvo mayor fijación en los ojos y una dilación mayor de la pupila, en comparación con el grupo de control el cual solo tuvo una fijación ocular considerablemente significativa. Por otro lado, el grupo experimental presentó un aumento de empatía y habilidades de regulación emocional, las cuales fueron medidas con ERQ, en cambio el grupo de control solo presentó resultados significativos en relación al aumento de empatía.</p>
---	--	---

Nota: En tabla 8 se describe algunas Investigaciones realizadas en la última década con su respectivo Autor/es Muestra, Parámetros de estimulación, Reactivos de evaluación y Resultados Obtenidos

Por otro lado, en el estudio realizado por, Nazari et al. (2023) el tratamiento de 8 sesiones de ETCC, con una muestra total de 40, centrado en la corteza prefrontal dorsolateral izquierda (F3) con una corriente de 1 mA, muestra resultados favorecedores en áreas de comportamiento, sociabilidad y conciencia sensorial/ cognitiva, que se mantiene durante 7 días en participantes del grupo experimental como el grupo de control, lo que motiva a los investigadores a realizar más investigaciones para poder examinar los resultados ya expuestos pero en muestras más grandes de pacientes.

En la misma línea, en el estudio realizado por Mahmoodifar & Sotoodeh (2020), obtuvo

resultados positivos posterior al uso de la ETCC, solamente en el grupo experimental atribuido a las pruebas de equilibrio del MABC-2, ya que el grupo de control no presentó ningún desempeño significativo en ninguna de las pruebas realizadas. Sin embargo, una de las limitantes de este estudio fue su muestra global de 18 participantes, por ende, se sugiere a futuras investigaciones ampliar el tamaño de la muestra, para que de esta manera se pueda ampliar los resultados tanto en grupos de control como experimentales.

Inferencias

Las investigaciones de Ameis et al. (2020), Kang et al. (2019), Enticott et al. (2013), Kaokhieo et al. (2023), y J. Kang et al. (2022), respaldan la efectividad de la EMT en diversos aspectos del TEA, se observan beneficios en el funcionamiento cerebral, habilidades sociales, emocionales y comunicativas, así como en la ansiedad social. Sin embargo, es crucial considerar las limitaciones, como efectos secundarios leves y la necesidad de una cuidadosa selección de participantes basada en evaluaciones clínicas y cognitivas. Aunque estos estudios muestran resultados prometedores, se destaca la importancia de replicar estos hallazgos en estudios más extensos y controlados antes de considerar la EMT como una práctica estándar en el tratamiento del TEA.

Así mismo, investigaciones de Nazari et al., (2023), Hadoush et al., (2020) y Prillinger et al., (2023) respaldan de manera consistente los efectos positivos de la ETCC en individuos con Dx. TEA, los hallazgos sugieren mejoras significativas en el comportamiento, sociabilidad, conciencia sensorial/cognitiva, habilidades motoras, equilibrio, relaciones sociales, lenguaje, comunicación, empatía y regulación emocional. A pesar de algunas variaciones en los resultados, estos estudios sugieren la eficacia de la ETCC.

Estas investigaciones han demostrado también, que la ETCC puede promover la consolidación de habilidades motoras en individuos con desarrollo típico, especialmente cuando la ETCC se combina con ejercicio específico. En este sentido, Mahmoodifar & Sotoodeh, (2020), sugieren que la ETCC puede mejorar el entrenamiento de habilidades motoras en niños con TEA. Estos hallazgos son apoyados por J. Kang et al., (2023), quienes indican que la ETCC puede tener efectos positivos en niños con TEA, sin embargo, se necesita más investigación en muestras más grandes, incluidos participantes con una variedad de niveles diferentes de síntomas de TEA y diferentes polaridades de ETCC, para confirmar su aplicación

práctica.

Recomendaciones

Al analizar los estudios revisados, desde grupos exploratorios hasta ensayos simulados de control aleatorizados, surge la necesidad imperante de establecer pautas claras para futuras investigaciones. Para reducir la diversidad de resultados, se propone la consecución de un consenso en la selección de evaluadores fiables y la utilización de parámetros objetivos para estratificar a los pacientes incluidos en los estudios. En este sentido, se aboga por la implementación de ensayos que minimicen la variabilidad de la evaluación, asegurando así una evaluación imparcial de la intervención mediante la aleatorización y el cegamiento, características metodológicas cruciales para eliminar sesgos de selección y comprobación.

Además, se destaca la necesidad de una mayor investigación básica sobre el mecanismo y los efectos a largo plazo de la neuro modulación no invasiva en el TEA. En el diseño de futuros estudios, se subraya la importancia ética de evaluar a fondo los antecedentes médicos, la medicación actual y la relación riesgo-beneficio de los participantes. Asimismo, se sugiere considerar la limitación de resultados positivos a subgrupos específicos, para obtener conclusiones más específicas y aplicables. Para evaluar la tolerabilidad y la viabilidad de los procedimientos de neuro modulación no invasiva, se propone la adopción de un cuestionario estándar de efectos secundarios en futuros estudios, prestando especial atención a pacientes más jóvenes y de menor funcionamiento dentro del TEA.

En última instancia, se enfatiza la necesidad de protocolos experimentales longitudinales bien diseñados, con un seguimiento adecuado después del curso del tratamiento, para obtener información detallada sobre los efectos a largo plazo de la neuro modulación no invasiva en el TEA. Estas recomendaciones constituyen un marco integral para la planificación y ejecución de investigaciones futuras en este campo, con el objetivo de avanzar en la comprensión y aplicación efectiva de la neuro modulación no invasiva en el tratamiento del TEA.

Conclusiones

Nuestra síntesis de evidencia literaria nos ha permitido identificar cuáles son los beneficios y las limitaciones del TEA, y hemos podido identificar la existencia de una gran heterogeneidad y variabilidad entre los diferentes estudios revisados. Sin embargo, la mayoría de los estudios revisados reportan efectos positivos para los grupos experimentales, con una mejoría significativa posterior a los tratamientos de EMT y ETCC en comparación con los

grupos de control.

No obstante, hay que tener en cuenta que los resultados preliminares de estudios piloto aleatorios indican la existencia de efectos beneficiosos a nivel sensorial, cognitivo y de comportamiento, lo que justifica la continuación y el desarrollo de más investigaciones para comprender completamente la naturaleza terapéutica de la estimulación cerebral no invasiva en pacientes, ya sean estos niños o adultos, con Dx TEA.

Finalmente, la EMT y ETCC son dos técnicas de neuromodulación que comparten el objetivo de influir en la actividad cerebral para fines terapéuticos, pero difieren en su mecanismo de acción, efectos temporales y aplicaciones clínicas, la EMT utiliza pulsos magnéticos para estimular o inhibir la actividad cerebral de manera inmediata; mientras que la ETCC aplica corriente eléctrica constante para efectos más duraderos y graduales. De igual manera el impacto científico y tecnológico de las neurociencias en la salud mental se refleja claramente a través de la neuromodulación no invasiva, esta técnica ha demostrado su capacidad para mejorar la calidad de vida en pacientes con TEA.

Referencias bibliográficas

- Ameis, S. H., Blumberger, D. M., Croarkin, P. E., Mabbott, D. J., Lai, M. C., Desarkar, P., Szatmari, P., & Daskalakis, Z. J. (2020). Treatment of Executive Function Deficits in autism spectrum disorder with repetitive transcranial magnetic stimulation: A double-blind, sham-controlled, pilot trial. *Brain Stimulation*, *13*(3), 539–547. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.01.007>
- American Psychiatric Association. (2014). Dsm V. In *American Psychiatric Association*. (Vol. 1, p. 947).
- Burke, M. J., Fried, P. J., & Pascual-Leone, A. (2019a). Transcranial magnetic stimulation: Neurophysiological and clinical applications. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 163, pp. 73–92). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00005-7>
- Burke, M. J., Fried, P. J., & Pascual-Leone, A. (2019b). Transcranial magnetic stimulation: Neurophysiological and clinical applications. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 163, pp. 73–92). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00005-7>
- Cala Hernández, O., Licourt Otero, D., & Cabrera Rodríguez, N. (2015). Autismo: un acercamiento hacia el diagnóstico y la genética Autism: an approach toward its diagnosis and genetics. *Revista de Ciencias Médicas. Enero-Febrero*, *19*(1), 157–178.
- Castro, M. B., & Clave, P. (2015). El rol de la familia en la calidad de vida y la autodeterminación de las personas con trastorno del espectro del autismo* The role of the family in the quality of life and self-determination of people with autistic spectrum disorder. *Ciencias Psicológicas*, *9*(2), 323–336.
- Chail, A., Saini, R., Bhat, P., Srivastava, K., & Chauhan, V. (2018). Transcranial magnetic stimulation: A review of its evolution and current applications. *Industrial Psychiatry Journal*, *27*(2), 172. https://doi.org/10.4103/ipj.ipj_88_18
- Cornejo-Castillo, M. (2020). *Influencia de la metodología Teacch en la enseñanza de niños con Trastorno del espectro autista*. 1–63.
- Cristina, C., Arias, A., Alexandra, L., Hernández, M., Médico, •, Postgrado, O., & Mora Hernández, G. A. (2016). *Trastornos del Espectro Autista*. 73(621)-773-9.
- Enticott, P. G., Fitzgibbon, B. M., Kennedy, H. A., Arnold, S. L., Elliot, D., Peachey, A., Zangen, A., & Fitzgerald, P. B. (2014). A double-blind, randomized trial of deep Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) for autism spectrum disorder. *Brain Stimulation*, *7*(2), 206–211. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2013.10.004>

- Enticott, P. G., Kennedy, H. A., Rinehart, N. J., Tonge, B. J., Bradshaw, J. L., & Fitzgerald, P. B. (2013). GABAergic activity in autism spectrum disorders: An investigation of cortical inhibition via transcranial magnetic stimulation. *Neuropharmacology*, *68*, 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2012.06.017>
- García-González, S., Lugo-Marín, J., Setien-Ramos, I., Gisbert-Gustemps, L., Arteaga-Henríquez, G., Díez-Villoria, E., & Ramos-Quiroga, J. A. (2021). Transcranial direct current stimulation in Autism Spectrum Disorder: A systematic review and meta-analysis. *European Neuropsychopharmacology*, *48*(xxxx), 89–109. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2021.02.017>
- Gitleman, Lisa., & Kleberger, J. (2022). ¿Qué Intervención y tratamiento se lleva a cabo en el Trastorno Espectro Autista? *XXIII Congreso Virtual Internacional de Psiquiatría, Psicología y Salud Mental*.
- González-Moreno, C. X. (2018). Play intervention strategies for a child with autism. *Revista Facultad de Medicina*, *66*(3), 365–374. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.62355>
- Gutiérrez-Ruiz, K. P. (2019). Early characteristics and predictors of clinical severity in Autism Spectrum Disorder. *Revista CES Psicología*, *12*(2), 12–25. <https://doi.org/10.21615/cesp.12.2.2>
- Hadoush, H., Nazzal, M., Almasri, N. A., Khalil, H., & Alafeef, M. (2020). Therapeutic Effects of Bilateral Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Prefrontal and Motor Cortical Areas in Children with Autism Spectrum Disorders: A Pilot Study. *Autism Research*, *13*(5), 828–836. <https://doi.org/10.1002/aur.2290>
- Häusser, L. F. (2012). Empathie und Spiegelneurone. Ein Blick auf die gegenwärtige neuropsychologische Empathieforschung. *Praxis Der Kinderpsychologie Und Kinderpsychiatrie*, *61*(5), 322–335. <https://doi.org/10.13109/prkk.2012.61.5.322>
- Kang, J., Fan, X., Zhong, Y., Casanova, M. F., Sokhadze, E. M., Li, X., Niu, Z., & Geng, X. (2023). Transcranial Direct Current Stimulation Modulates EEG Microstates in Low-Functioning Autism: A Pilot Study. *Bioengineering*, *10*(1). <https://doi.org/10.3390/bioengineering10010098>
- Kang, J. N., Song, J. J., Casanova, M. F., Sokhadze, E. M., & Li, X. L. (2019). Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on children with low-function autism. *CNS Neuroscience and Therapeutics*, *25*(11), 1254–1261. <https://doi.org/10.1111/cns.13150>

- Kang, J., Zhang, Z., Wan, L., Casanova, M. F., Sokhadze, E. M., & Li, X. (2022). Effects of 1Hz repetitive transcranial magnetic stimulation on autism with intellectual disability: A pilot study. *Computers in Biology and Medicine*, *141*, 105167. <https://doi.org/10.1016/J.COMPBIOMED.2021.105167>
- Khalil, R., Tindle, R., Boraud, T., Moustafa, A. A., & Karim, A. A. (2018). Social decision making in autism: On the impact of mirror neurons, motor control, and imitative behaviors. *CNS Neuroscience and Therapeutics*, *24*(8), 669–676. <https://doi.org/10.1111/cns.1300>
- Klomjai, W., Katz, R., & Lackmy-Vallée, A. (2015). Basic principles of transcranial magnetic stimulation (TMS) and repetitive TMS (rTMS). In *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* (Vol. 58, Issue 4, pp. 208–213). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.05.005>
- Kodak, T., & Bergmann, S. (2020). Autism Spectrum Disorder: Characteristics, Associated Behaviors, and Early Intervention. *Pediatric Clinics of North America*, *67*(3), 525–535. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2020.02.007>
- Lake, J. K., Tablon Modica, P., Chan, V., & Weiss, J. A. (2020). Considering efficacy and effectiveness trials of cognitive behavioral therapy among youth with autism: A systematic review. *Autism*, *24*(7), 1590–1606. <https://doi.org/10.1177/1362361320918754>
- León Ruiz, M., Rodríguez Sarasa, M. L., Sanjuán Rodríguez, L., Benito-León, J., García-Albea Ristol, E., & Arce Arce, S. (2018). Current evidence on transcranial magnetic stimulation and its potential usefulness in post-stroke neurorehabilitation: Opening new doors to the treatment of cerebrovascular disease. In *Neurologia* (Vol. 33, Issue 7, pp. 459–472). Spanish Society of Neurology. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2016.03.008>
- León Ruiz, M., Sospedra, M., Arce Arce, S., Tejeiro-Martínez, J., & Benito-León, J. (2022). Current evidence on the potential therapeutic applications of transcranial magnetic stimulation in multiple sclerosis: A systematic review of the literature. In *Neurologia* (Vol. 37, Issue 3, pp. 199–215). Spanish Society of Neurology. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2018.03.023>
- Leon Tovar, C. M., & Linares Rodríguez, S. A. (2017). *Percepción de cuidadores y profesionales en psicología, frente al uso y efectividad de terapias basadas en el método ABA (Applied Behavior Analysis) para el tratamiento de personas con autismo*. 1–153.
- Leon-Sarmiento, F. E., Granadillo, E., & Bayona, E. A. (2013). Presente y futuro de la

- estimulación magnética transcraneal. In *Invest Clin* (Vol. 54, Issue 1).
- Lopez Chau, L., & Kabar, M. (2023). Historia y principios básicos de la estimulación magnética transcraneal. *Horizonte Médico (Lima)*, 23(3), e2237. <https://doi.org/10.24265/horizmed.2023.v23n3.09>
- Luckhardt, C., Boxhoorn, S., Schütz, M., Fann, N., & Freitag, C. M. (2021). Brain stimulation by tDCS as treatment option in Autism Spectrum Disorder—A systematic literature review. *Progress in Brain Research*, 264, 233–257. <https://doi.org/10.1016/BS.PBR.2021.03.002>
- Lyall, K., Croen, L. A., Sjödin, A., Yoshida, C. K., Zerbo, O., Kharrazi, M., & Windham, G. C. (2017). Polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide concentrations in maternal mid-pregnancy serum samples: Association with Autism spectrum disorder and intellectual disability. *Environmental Health Perspectives*, 125(3), 474–480. <https://doi.org/10.1289/EHP277>
- Lyall, K., Croen, L., Daniels, J., Fallin, M. D., Ladd-Acosta, C., Lee, B. K., Park, B. Y., Snyder, N. W., Schendel, D., Volk, H., Windham, G. C., & Newschaffer, C. (2017). The Changing Epidemiology of Autism Spectrum Disorders. *Annual Review of Public Health*, 38(December 2016), 81–102. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044318>
- Mahmoodifar, E., & Sotoodeh, M. S. (2020). Combined Transcranial Direct Current Stimulation and Selective Motor Training Enhances Balance in Children With Autism Spectrum Disorder. *Perceptual and Motor Skills*, 127(1), 113–125. <https://doi.org/10.1177/0031512519888072>
- McKenzie, R., Dallos, R., Vassallo, T., Myhill, C., Gude, A., & Bond, N. (2022). Family Experience of Safe: A New Intervention for Families of Children with a Diagnosis of Autism Spectrum Disorder. *Contemporary Family Therapy*, 44(2), 144–155. <https://doi.org/10.1007/s10591-021-09568-8>
- Ministerio de Salud Pública. (2022). *MSP contribuye a la inserción escolar de niños con autismo en el Ecuador*. Ministerio de Salud Pública. <https://www.salud.gob.ec/msp-contribuye-a-la-insercion-escolar-de-ninos-con-autismo-en-el-ecuador/>
- Morales Orozco, N. (2013). La experiencia del cuidador, un acercamiento al autismo basado en los relatos. *Repositorio de La Universidad de Manizales*.
- Morales-Esquivel, J.-A. (2021). Efectividad del modelo teacch comparado con el modelo

- denver para la intervención del autismo. *Revista Científica Signos Fónicos*, 7(1), 1–25.
- Nazari, G., Mousavi, M., & Sadeghi-Firoozabadi, V. (2023). Effectiveness of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation of Left Dorsolateral Prefrontal Cortex in Facial Emotion Recognition and Clinical Symptoms of Boys with Autism Spectrum Disorder. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences*, 17(2). <https://doi.org/10.5812/ijpbs-121995>
- Nieto Capador, D., & Utria Rodriguez, Ó. E. (2023). Factores de riesgo perinatal asociados al trastorno del espectro autista y al síndrome de Rett. *Psychologia*, 14(2), 13–26. <https://doi.org/10.21500/19002386.4595>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Global prevalence of autism: A systematic review update*. Organización Mundial de La Salud. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/autism-spectrum-disorders>
- Ortiz-Cruz, E. E., Vera-Romero, A. J., García-Juárez, M. R., Ayala-Guerrero, F., & Bernal-Hernández, J. (2022). Técnicas de estimulación cerebral no invasiva en niños con autismo: Una revisión de la literatura. In *Autismo: avances e desafíos - Volume 2* (pp. 136–154). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.37885/211106571>
- Popow, C., Ohmann, S., & Plener, P. (2021). Practitioner’s review: medication for children and adolescents with autism spectrum disorder (ASD) and comorbid conditions. *Neuropsychiatrie*, 35(3), 113–134. <https://doi.org/10.1007/s40211-021-00395-9>
- Prillinger, K., Radev, S. T., Amador de Lara, G., Werneck-Rohrer, S., Plener, P. L., Poustka, L., & Konicar, L. (2023). Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Social Attention Patterns and Emotion Recognition Ability in Male Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Clinical Medicine*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/jcm12175570>
- Reyes, E., & Pizarro, L. (2022). Role of pharmacological therapy in autism spectrum disorders. In *Revista Medica Clinica Las Condes* (Vol. 33, Issue 4, pp. 387–399). Ediciones Doyma, S.L. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.07.002>
- Romney, J. S., & Jones, E. R. (2020). A Systemic Treatment of Families with a Child Diagnosed with Autism Spectrum Disorder Using a Narrative Lens. *American Journal of Family Therapy*, 48(5), 478–494. <https://doi.org/10.1080/01926187.2020.1745718>
- Sampaio, F., Feldman, I., Lavelle, T. A., & Skokauskas, N. (2022). The cost-effectiveness of

- treatments for attention deficit-hyperactivity disorder and autism spectrum disorder in children and adolescents: a systematic review. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 31(11), 1655–1670. <https://doi.org/10.1007/s00787-021-01748-z>
- Sánchez Contreras, N., Alcaraz Córdoba, T., & Lopez Rodríguez, M. del M. (2020). Utilización de técnicas complementarias en niños con trastorno del espectro autista una revisión sistemática. *Revista Científica UCV*, 14.
- Serrano D, P. S. (2021). Desafíos de la Estimulación de Neuroplasticidad para el Tratamiento del Trastorno del Espectro Autista: Estado del Arte. *Innovación Y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 11(Abril-Junio), 10.
- Simon, G., Evans, M., Cano, F. U., Helps, S. L., & Vlam, I. (2020). Autism and Systemic Family Therapy. *The Handbook of Systemic Family Therapy*, 4, 407–432. <https://doi.org/10.1002/9781119788409.ch16>
- Vaidyanathan, S., Rajan, T. M., Chandrasekaran, V., & Kandasamy, P. (2020). Pre-school attention deficit hyperactivity disorder: 12 weeks prospective study. *Asian Journal of Psychiatry*, 48(April 2019), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2019.101903>
- Valencia-Cifuentes, V., & Becerra, L. (2019). *Terapias ABA en autismo: ¿Solución única a un problema múltiple? ABA therapies in Autism: Unique solution for a multiple problem? April*, 50–53.



Universidad
Católica
de Cuenca

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Dayanna Belén Farfán Andrade portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106086574** y **Maria Emilia Jaramillo Guzmán** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **1401164148**. En calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “ **Beneficios y limitaciones de la neuromodulación no invasiva como alternativa de tratamiento para el Trastorno del Espectro Autista**” 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, **12 de marzo de 2024**

F:
Dayanna Belén Farfán Andrade
C.I. 0106086754

F:
Maria Emilia Jaramillo Guzmán
C.I. 1401164148