

Desafíos de la Estimulación de Neuroplasticidad para el Tratamiento del Trastorno del Espectro Autista: Estado del Arte

Daya Serrano Delgado, Sergio David Pulido

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Avenida Carrera 45 N. 205-59, Bogotá D.C., Colombia, 11116-6000

Resumen

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un desorden que afecta la comunicación y el comportamiento. Una de cada 160 niños en el mundo sufre este trastorno, por lo cual es importante estudiar las distintas terapias que existen para tratar este trastorno. Particularmente, se ha estudiado ampliamente la neuroplasticidad como medio para intervenir los síntomas del TEA. Este trabajo tiene el objetivo de revisar la literatura más reciente acerca de las terapias basadas en la neuroplasticidad para la población con TEA. Se encontró evidencia científica que corrobora la eficacia de las terapias basadas en principios neurobiológicos (farmacológicos y basados en neurorealimentación) y en intervenciones conductuales. Adicionalmente se encontraron resultados potenciales en intervenciones alternativas. Es evidente que es necesaria la realización de más estudios que verifiquen la eficacia de las terapias basadas en neuroplasticidad.

Abstract

The Autism Spectrum Disorder (ASD) affects both communication and behavior. Worldwide, one child in 160 has ASD, reason for which it is important to study the different existing therapies to treat this disorder. Particularly, neuroplasticity has been widely studied as a means to intervene ASD symptoms. This research aims to review the most recent works about neuroplasticity-based therapies for the ASD. Results show scientific evidence that proves the efficacy of neurobiologically-based therapies (pharmacological and neurofeedback-based therapies) and behavioral interventions. Additionally, potential results were found in alternative therapies. The need of performing more studies that verify the efficacy of neuroplasticity-based therapies is evident.

Palabras Clave: Neuroplasticidad, terapia, trastorno del espectro autista

Keywords: Neuroplasticity, therapy, autism spectrum disorder

1. INTRODUCCIÓN

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno del desarrollo que afecta la comunicación y el comportamiento. Según el Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Versión 5 (DSM-5 por sus siglas en inglés), publicado por la Asociación Americana de Psiquiatría, el autismo se caracteriza por déficits persistentes en comunicación e interacción social y patrones repetitivos y restrictivos en el comportamiento. De igual forma, para que una persona sea diagnosticada con TEA, estos síntomas deben presentarse en el periodo del desarrollo temprano [1]. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la prevalencia mundial del trastorno del espectro autista es un niño en 160 [2]. Esto indica que la población mundial que sufre este trastorno es numerosa. Debido a los déficits y características del autismo, la población con TEA representa un grupo vulnerable.

La organización mundial de la salud argumenta que las personas que sufren de TEA son susceptibles a discriminación, estigmas, privación de la educación y de oportunidades para participar activamente en sus comunidades [2]. Asimismo, diferentes estudios han demostrado que el trastorno del espectro autista tiene un impacto sobre la calidad de vida de las personas [3]. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la calidad de vida se define como: “La percepción de los individuos sobre su posición en la vida, en el contexto de la cultura y los sistemas de valores en los cuales viven en relación a sus metas, expectativas, estándares y preocupaciones” [4]. Los estudios relacionados con el efecto del autismo sobre la calidad de vida concluyen que las personas que sufren de TEA no tienen un buen nivel de calidad de vida; lo cual es un resultado del

análisis de diferentes factores como: la edad, problemas de comportamiento, habilidades sociales y comunicativas, educación y condiciones psiquiátricas comórbidas [3].

Así, considerando el gran número de personas vulnerables y que tiene un bajo nivel de calidad de vida debido al trastorno del espectro autista, es importante estudiar las vías existentes para rehabilitar, entrenar o intervenir a las personas afectadas y, de este modo lograr reducir las características y/o déficits manifestados en el autismo.

Una de las propiedades más estudiadas del cerebro humano es aquella de cambiar constantemente a través de la vida, en respuesta a la experiencia; de esta forma, el sistema nervioso evoluciona continuamente para permitir una adaptabilidad al ambiente en el que se encuentra. A esta propiedad se le llama neuroplasticidad [5]. La neuroplasticidad como efecto terapéutico de los síntomas del autismo ha sido ampliamente estudiada. Dada su amplia gama de posibilidades, varias áreas de las ciencias de la salud han hecho aproximaciones al tratamiento del autismo por medio de la neuroplasticidad. Entre las áreas que más estudian esta propiedad cerebral se encuentran la neurobiología, las intervenciones conductuales, la fisioterapia y la medicina alternativa, con resultados fluctuantes en cada una de ellas. Este estudio tiene el objetivo de revisar las investigaciones más recientes en estas áreas para definir el camino a seguir en el tratamiento de TEA. Finalmente, se espera indicar las áreas con mejores resultados a lo largo de la literatura revisada.

La segunda sección detalla la metodología utilizada para seleccionar los artículos de investigación incluidos en la revisión de literatura, especificando la base de datos examinada, las palabras clave utilizadas y los filtros seleccionados. La tercera sección especifica las intervenciones realizadas en TEA basadas en el principio de la neuroplasticidad, de forma que cada subsección analiza los hallazgos obtenidos en neurobiología, intervenciones conductuales, fisioterapia y medicina alternativa. Particularmente, se indicarán los resultados más prominentes de cada área. En la cuarta sección, se realiza un análisis de los resultados obtenidos en cada área y de la efectividad que cada una presenta frente a las otras. Finalmente, la quinta sección detalla las conclusiones obtenidas a partir de la revisión de literatura realizada.

2. METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda en la base de datos SCOPUS. Para ello se utilizaron las siguientes palabras clave (las cuales debían encontrarse en el título, las palabras clave o el resumen del artículo) en el idioma inglés: “Plasticity”, “Autism”, “Therapy” y “Brain”. Una vez establecidas las palabras clave, se definieron distintos filtros en la búsqueda, especificados en la Tabla 1. Cualquier artículo que no cumplía con los requisitos de búsqueda se eliminó.

Tabla 1: Filtros de búsqueda de la revisión de literatura realizada.

Filtro de búsqueda	Descripción
Año de publicación	>=2010
Tipo de fuente	Revista
Tipo de documento	Artículos originales, artículos de revisión
Idioma	Inglés, español

Fuente: Elaboración propia

La ilustración 1 muestra el proceso de selección de artículos en la revisión de literatura. Se identificaron 163 artículos a partir de las palabras clave seleccionadas. En la etapa de filtrado se eliminaron 48 a partir de los filtros de búsqueda; principalmente por ser artículos de congreso o estar escritos en idiomas distintos a inglés

o español. En la etapa de elegibilidad, se excluyeron 96 artículos a criterio de los autores; esto debido a que los objetivos de las investigaciones excluidas no estaban alineados con los objetivos de la revisión presentada. Finalmente, al analizar la metodología de los estudios, se excluyeron 5 artículos debido a que el estudio no consideraba a la población con TEA como objetivo principal y también por la falta de rigurosidad científica. De esta forma, esta revisión incluye el 11.66% de la totalidad de los artículos identificados a través de la base de datos SCOPUS.

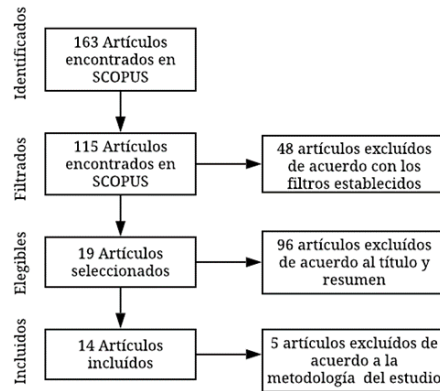


Ilustración 1. Diagrama de flujo del proceso de selección.

Fuente: Elaboración propia

3. INTERVENCIONES EN EL AUTISMO BASADAS EN EL PRINCIPIO DE LA NEUROPLASTICIDAD

Se encontraron distintos tipos de intervenciones para la reducción de los síntomas del autismo, el entrenamiento de las habilidades sociales y la rehabilitación de algunos síntomas principales a partir del principio de la neuroplasticidad. Los tipos de intervenciones encontrados en los 14 artículos revisados son: 1) Terapias basadas en principios neurobiológicos, 2) Intervenciones conductuales, 3) Fisioterapia y 4) Medicina alternativa. A continuación, se muestran los resultados encontrados para cada tipo de intervención

3.1 Intervenciones basadas en principios neurobiológicos

Las investigaciones relacionadas con intervenciones basadas en principios neurobiológicos son las más frecuentes dentro de los artículos identificados. Dentro de esta categoría se distinguen dos subgrupos: 1) Las intervenciones farmacológicas y 2) Las intervenciones que utilizan dispositivos médicos o tecnológicos como medio para llevar a cabo la terapia. Dentro de los 14 artículos seleccionados se encontraron 8 artículos relacionados con estudios sobre las intervenciones neurobiológicas para el autismo. A continuación, se muestran los hallazgos encontrados para cada subgrupo (farmacológicas e intervenciones que utilizan dispositivos médicos)

3.1.1 Intervenciones farmacológicas

Se encontraron diferentes estudios que utilizan fármacos como terapia para el autismo y están basados en el principio de la neuroplasticidad. Dentro de los estudios encontrados, los artículos mencionan terapia microbiana [6], regulación de la vía GABA/glutamato [7] y regulación de la oxitocina [8], [9].

Respecto a la terapia microbiana, se encontró que la administración de la bacteria *L.reuteri* por vía oral en ratones que manifiestan déficit en las interacciones sociales revierte los déficits sociales. Además, se encontró que al inhibir los receptores de oxitocina, los efectos de la bacteria se anulan. Esto sugiere que la oxitocina juega un papel importante en el tratamiento de los síntomas del autismo y no se puede aislar en las intervenciones farmacológicas. Además, se encontró un aumento de la plasticidad sináptica en el grupo de

estudio, cuyo resultado corrobora el efecto terapéutico de la bacteria, basado en el principio de la neuroplasticidad [6].

Por otro lado, se encontró un artículo de revisión el cual tiene como objetivo evaluar el rol del balance entre el glutamato excitatorio y GABA inhibitorio para la intervención terapéutica del TEA. Esto se basa en que la ruta GABA/glutamato está alterada en personas que sufren TEA. Los autores de la revisión encontraron a lo largo de la literatura que existen diferentes fármacos para la regulación de la ruta GABA/glutamato; sin embargo, los resultados no han sido del todo exitosos. En primer lugar, la literatura encontrada a cerca de la regulación de la ruta GABA/glutamato es escasa. Se encontraron dos fármacos antipsicóticos (aripiprazol y risperidona) que mejoran los síntomas autistas, no obstante; estos fármacos conllevan a efectos no deseados como la sedación y el aumento de peso [7].

Adicionalmente, se encontró un estudio que evidencia una terapia potencial a partir de la administración de oxitocina. Esta investigación reporta un estudio con ratones, los cuales fueron inducidos a la privación sensorial. Para ello, a un grupo de ratones se les cortó los bigotes, y el otro fue criado en la oscuridad. Después de realizar la privación sensorial, se les inyectó oxitocina a ambos grupos. Se encontró que después de la administración de la oxitocina, ambos grupos de ratones mejoraron sus capacidades sensoriales [8]. A pesar de que este estudio no corrobora el efecto terapéutico en la población de autismo, sí abre las puertas a nuevas investigaciones; ya que las personas con autismo al poseer bajos niveles de oxitocina y déficits sensoriales pueden ser la población objetivo para ser tratadas con este fármaco. Además, otro artículo de revisión reporta que el uso de oxitocina puede ayudar en el mejoramiento de las interacciones sociales, reducir la ansiedad social y los síntomas principales del autismo, incrementar los conocimientos sociales e incrementar la plasticidad cerebral [9].

3.1.2 Intervenciones que utilizan dispositivos médicos o tecnológicos

Varios estudios incluidos en la revisión detallan los efectos del uso de dispositivos médicos en el tratamiento del TEA. Particularmente, tres investigaciones estudiaron los beneficios de la neuromodulación para la estimulación de neuroplasticidad en individuos con TEA [10]–[12]. Por otro lado, se estudió la posibilidad de que la neurorealimentación genere neuroplasticidad en pacientes con TEA [17]. Finalmente, se estudió la efectividad del entrenamiento cognitivo apoyado por computador para evaluar la expresión facial de sujetos con TEA [13].

En el primer estudio basado en el uso de dispositivos médicos se utiliza el dispositivo Sirius, el cual permite la estimulación cerebral no invasiva por medio de sonidos y luces relajante que inducen “estados profundos de relajación” para mejorar habilidades motoras, activación del lóbulo temporal, mejorar la concentración y la memoria y reducir el déficit de atención [10]. Se hipotetiza que este tipo de estimulación afecta las ondas alfas y ritmos sensorimotrices de ancianos y niños con variadas condiciones mentales (ancianos enfermedad de Parkinson, ancianos con enfermedad de Alzheimer, ancianos sanos, niños con TEA, niños con impedimento intelectual y niños con desarrollo cognitivo normal). Sin embargo, en cuanto a la población de TEA evaluada, los ritmos sensorimotrices, la actividad alfa promedio y su coeficiente de variación no mostraron diferencias significativas entre sesiones de adquisición. Sin embargo, los autores afirman que se comprueba la existencia de plasticidad cerebral dado que se comparan los valores de excitabilidad obtenidos con aquellos de otro estudio. Por otro lado, los otros dos estudios que analizan la neuromodulación se basan en la Estimulación Magnética Transcraneal Repetitiva (rTMS, por sus siglas en inglés), siendo el primero de ellos una revisión de literatura escrita en el 2013 sobre el efecto de la estimulación cerebral no invasiva en trastornos psiquiátricos [12]. El artículo revisó de manera extensa la literatura relacionada con los efectos de la estimulación cerebral en aquellos trastornos en los cuales la disfunción cognitiva es el mayor síntoma, en los cuales se hipotetiza que la rTMS puede mejorar las vías GABAérgicas, estimulando la plasticidad cerebral. Sin embargo, debido a la falta

de estudios y a resultados contradictorios, los autores concluyen que no hay evidencia significativa para corroborar la eficacia de la estimulación transcraneal para el mejoramiento de las habilidades cognitivas. Finalmente, el segundo artículo incluido en esta revisión sobre los efectos de rTMS se basa en una investigación sobre los efectos de esta técnica en el procesamiento de la información y las respuestas comportamentales en TEA [11]. Particularmente, se desea saber si la rTMS es capaz de mejorar la inhibición lateral y si es posible que esto genere mejoras en las funciones ejecutivas prefrontales. Para evaluar la hipótesis, se analizan los resultados de 54 niños y adolescentes con TEA, de los cuales la mitad hace parte del grupo control (terapias tradicionales) y la otra mitad hace parte del grupo de estudio (terapias con rTMS). El grupo de estudio mostró hiperactividad e irritabilidad reducidas respecto al grupo control, según distintos exámenes realizados. De igual forma, el grupo de estudio mostró potenciales relacionados a eventos con menor amplitud y mayor latencia respecto al grupo control, lo cual indica un procesamiento de la información más eficiente según los investigadores.

Por otro lado, respecto a la posibilidad de la neurorealimentación como intervención de TEA, se encontró un artículo de revisión, el cual reporta una visión general de las intervenciones y entrenamientos basados en principios neurobiológicos. Dentro de este artículo se mencionan dos enfoques: 1) Neuroalimentación y 2) Tratamiento farmacológico. En esta sección se enfatizará en el enfoque de neurorealimentación. El artículo describe dos posibilidades para realizar intervención de TEA: 1) Neurorealimentación para el entrenamiento de la banda μ y 2) Neurorealimentación en tiempo real usando resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés) y espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRS, por sus siglas en inglés). Los autores reportan que los pacientes con TEA tienen alteraciones en la supresión de la banda μ la cual aparece con la activación de las neuronas espejo. Los resultados indican que los pacientes con TEA que realizaron tareas de neurorealimentación a partir de señales de EEG, presentan un mejoramiento en la supresión de la banda μ , mejoran las funciones de atención y del comportamiento de TEA y la habilidad de imitación. Adicionalmente, se estudió el efecto de la realimentación en tiempo real usando fMRI y NIRS. En estos estudios se encontró que los participantes con autismo que se entrenaron para controlar la actividad cerebral y los patrones de conectividad en áreas corticales mejoraron la habilidad de identificar emociones [9]. Estos estudios corroboran la efectividad de la neurorealimentación para intervenir los síntomas del autismo y se basan en el principio de la neuroplasticidad.

Finalmente, se encontró un artículo que examina la plasticidad cerebral social en TEA a partir de exámenes de evaluación facial (EEF). Para ello los investigadores realizan pruebas de EEF y de fMRI en pacientes con TEA y en sujetos sanos. Se encontró que los pacientes con TEA tuvieron resultados significativamente inferiores en las pruebas EEF. Además, se observó que una respuesta aumenta en distintas zonas del cerebro después de que los pacientes con TEA realizaron el entrenamiento de EEF. Adicionalmente, se encontró que los puntajes de EEF fueron significativamente más altos al realizar el entrenamiento apoyado por computador [13]. Estos resultados son prometedores pues demuestran que la plasticidad cerebral se puede estimular por medio de interfaces computacionales, y además estas interfaces sirven como medio para intervenir a pacientes con TEA.

3.2 Intervenciones basadas en fisioterapia

Dentro de los artículos seleccionados, se encontró una revisión de literatura cuyo objetivo es estudiar el estado del arte de la fisioterapia como medio para apoyar las intervenciones a los niños con TEA [18]. La intervención fisioterapéutica se basa en el principio de la neuroplasticidad; ya que a partir del diseño de diferentes actividades se busca mejorar la habilidad motora de los niños. En este artículo de revisión no se reporta evidencia científica para corroborar que la fisioterapia induce a la neuroplasticidad para el tratamiento de los niños con TEA; sin embargo, se proporciona una guía sobre los parámetros que se pueden tratar, los objetivos de la intervención, el diseño del tratamiento y la forma de cuantificar el progreso de los niños con TEA. La Tabla

2 muestra los hallazgos encontrados por los investigadores, los cuales son una guía práctica para el fisioterapeuta en el ámbito de la intervención de niños con autismo.

Tabla 2. Hallazgos encontrados sobre la fisioterapia aplicada a autismo

¿Qué se puede tratar?: Habilidad motora	<ul style="list-style-type: none"> ● Hiperactividad/actividad reducida ● Hipotonía/hipertonía ● Posturas y actitudes ● Marcha ● Torpeza psicomotora ● Voz ● Impacto de los fármacos sobre la motricidad
¿Cuáles son los objetivos de las intervenciones?	<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluar la respuesta del paciente ● Valorar las complicaciones físicas ● Estimar la mejoría en aspectos motores ligados al TEA ● Reducir las situaciones de dependencia y carga social ● Promover la fisioterapia para apoyar las intervenciones en niños con TEA
¿Cómo se diseñan las intervenciones?	<ul style="list-style-type: none"> ● Medio acuático: Ejercicios para mejorar la tonificación, coordinación, equilibrio, relajación, motricidad fina y marcha ● Sala de juegos: Ejercicios para mejorar la percepción táctil, propiocepción, equilibrio, motricidad.
¿Cómo se cuantifica la utilidad de una intervención?	<ul style="list-style-type: none"> ● Escala de maduración social de Vineland (locomoción) ● Escala PEDI-CAT (actividades diarias, movilidad, desarrollo social, cognitivo) ● Escala McCarthy de aptitudes y psicomotricidad para niños (habilidades cognitivas y motoras) ● Inventario de desarrollo de Batelle (nivel de desarrollo del niño) ● ICAP (capacidades motoras, sociales y comunicativas) ● IDEA (formular estrategias terapéuticas, evaluar cambios por el tratamiento) ● Escala de calidad de vida (TAPOOL)

Fuente: Elaboración propia

3.3 Intervenciones basadas en medicina alternativa

La medicina alternativa es cualquier terapia o remedio que no es generalmente aceptado. Su uso es controversial, principalmente por sus enfoques holísticos, desde los cuales se desea tratar “cuerpo, mente y espíritu” como un todo y por el uso del término de “espiritualidad” para argumentar el uso de estas prácticas. De igual forma, la evidencia de su eficacia suele deberse al efecto placebo y, en otros casos, los resultados son meramente anecdóticos [19]. De los 14 artículos incluidos en esta revisión, 4 fueron categorizados en medicina alternativa, subdivididos en 2 grupos: Arteterapia y acupuntura.

Por un lado, la arteterapia se define como el uso del arte para fomentar la autoexpresión, aumentar la autoestima, manejar emociones y mejorar la relaciones entre sujeto [20]. Dentro del análisis de artículos se encontró una revisión de literatura sobre los efectos de la arteterapia en el tratamiento de distintas enfermedades mentales [20], enfocándose particularmente en esquizofrenia, enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson y TEA. Lamentablemente, este artículo hace un análisis superficial y no detalla las

características de los estudios que analiza. Tampoco se tiene claridad sobre la población objetivo en la mayoría de estudios analizados. Sin embargo, se explica que, a excepción de un estudio realizado en pacientes con la enfermedad de Parkinson, la arteterapia ha demostrado no ser efectiva para tratar los síntomas de variados trastornos mentales. Por otro lado, en el 2019 se publicó un artículo de revisión sobre el potencial del entretenimiento rítmico y la musicoterapia en el tratamiento de individuos con TEA [21], en el cual se evaluó el rol de las señales rítmicas para la regulación sensorimotora. De forma similar que con la revisión sobre arteterapia, se evalúan pocos artículos, ya que existen escasas investigaciones en las cuales se haya utilizado el método científico para evaluar la efectividad de esta práctica en sujetos con TEA. La falta de cuantificación en los resultados hace difícil evaluar la efectividad de los mismos; sin embargo, los autores afirman que los estudios con musicoterapia que han logrado obtener resultados significativos son mínimos.

No obstante, un estudio realizado en el 2015, exploró los efectos de la musicoterapia en la restauración neuronal de niños con trastornos neurológicos severos. En esta investigación, 34 niños con trastornos mentales, entre ellos TEA, participaron en un estudio en el cual se buscaba mejorar la comunicación de los mismos. Un grupo control de 17 niños asistió a terapias de neurorehabilitación tradicionales, las cuales incluían terapias motoras, de lenguaje, ocupacionales, físicas y neurofisiológicas. Por otro lado, el grupo de estudio participó en estas mismas terapias, además de sesiones de musicoterapia. Para evaluar la capacidad comunicativa de los niños, se realizaron cuestionarios especializados sobre la habilidad social de los individuos. El estudio indica una diferencia significativa entre niños que asistieron a musicoterapia y aquellos que no. De igual forma, en los registros de electroencefalografía anteriores a la terapia y posteriores a la misma, se encontraron diferencias significativas en los niveles de activación de distintas regiones cerebrales en niños que asistieron a las sesiones de musicoterapia, lo cual no se observó en el grupo control; razón por la cual los investigadores afirman la presencia de neuroplasticidad.

Por otro lado, la acupuntura es sencillamente el acto de realizar punciones con agujas en distintas partes del cuerpo para tratar o curar distintas enfermedades [22]. Dentro de los artículos incluidos, se analizó una revisión de literatura que afirma beneficios en el uso de la acupuntura para el tratamiento del autismo [23]. En las investigaciones detalladas en esta revisión se analiza el Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF), una proteína importante para el desarrollo y la plasticidad cerebral. Dado que los niveles de BDNF son menores en niños con TEA, se considera que su modulación puede beneficiar a personas con TEA. Se hipotetiza que es posible inducir la activación de BDNF por medio de acupuntura; asumiendo que aumentar sus niveles reducirá los síntomas de TEA. Sin embargo, a conocimiento de los autores, no está comprobado que los síntomas de TEA se reduzcan por medio del aumento de BDNF o si exista algún síntoma adverso. Los resultados de los estudios indican que puede ser posible modular los niveles de BDNF por medio de acupuntura; no obstante, no se muestra evidencia alguna del aumento de neuroplasticidad después de la realización de esta práctica.

4. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados presentados se encontraron distintos tipos de intervenciones que pueden mejorar o tratar los síntomas del trastorno del espectro autista; sin embargo, no todos los artículos presentan evidencias científicas que corroboren la eficacia de las terapias presentadas para tratar los síntomas del TEA basadas en el principio de la neuroplasticidad. Las áreas encontradas son: 1) Intervenciones basadas en principios neurobiológicos, 2) Intervenciones Conductuales, 3) Fisioterapia e 4) Intervenciones basadas en medicina alternativa. Adicionalmente, en la ilustración 2, se pueden observar estadísticas de los artículos incluidos según su área de investigación. Cabe resaltar que, tanto para terapias conductuales como para

fisioterapia, solo fue posible encontrar un artículo, por lo cual, esto se debe tener en cuenta al momento de analizar el porcentaje de artículos con resultados significativos.

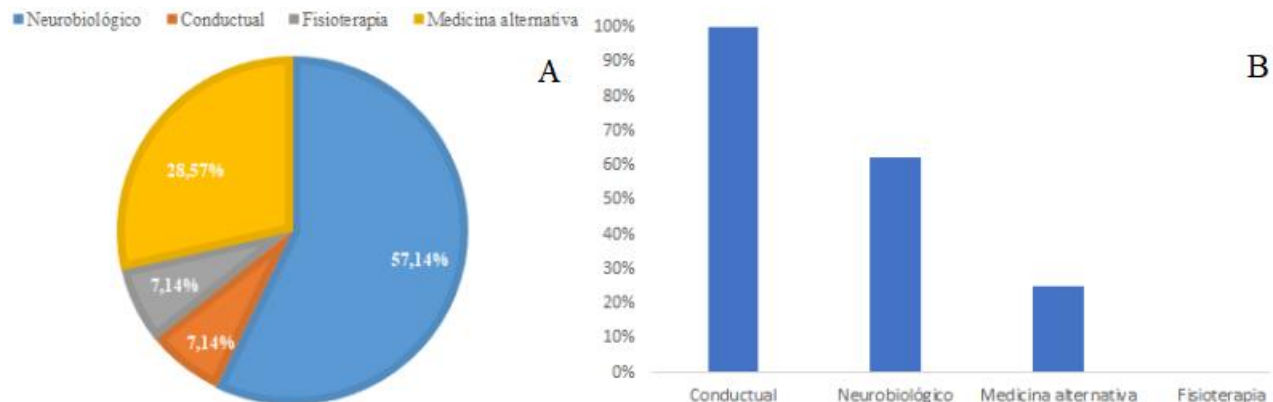


Ilustración 2. Estadísticas de los artículos incluidos según su área de investigación. A) Distribución de los artículos encontrados. B) Porcentaje de artículos con resultados significativos según área, tal como se reporta por sus respectivos autores.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados encontrados en la literatura relacionada con las terapias basadas en fundamentos neurobiológicos, se observa alta rigurosidad metodológica, dado el uso del método científico y de estudios ciegos y doble ciegos. Respecto a las intervenciones farmacológicas, se ha logrado observar que el uso de microorganismos para regular la flora intestinal ha sido más efectivo que la regulación de los neurotransmisores por medio de antipsicóticos. De igual forma, es importante resaltar que, pese a las extensas investigaciones realizadas con neurotransmisores, no se han obtenido los resultados esperados, pues se han encontrado efectos adversos con el uso de fármacos que regulen estas proteínas. Asimismo, analizando los resultados obtenidos para las intervenciones que utilizan dispositivos médicos o tecnológicos se encontraron diversas aplicaciones para intervenir pacientes con TEA, siendo rTMS una de las técnicas más populares para la estimulación de la neuroplasticidad. Sin embargo, los estudios con esta técnica han demostrado ser contradictorios, así, aunque la técnica de rTMS puede ser beneficiosa para la disminución de los síntomas de TEA, es necesario realizar más estudios en esta área. Estos sugieren que, hasta el momento no hay evidencia científica que corrobore la eficacia de la estimulación magnética transcraneal para la intervención de TEA. Por otro lado, respecto a la neurorealimentación y las terapias asistidas por computador, se han observado resultados más consistentes, de forma que se ha encontrado cambios significativos en la neuroplasticidad y en los síntomas principales del autismo de personas con TEA.

Respecto a las terapias conductuales, se encontró rigurosidad metodológica y resultados exitosos, pues éstos evidencian que las terapias que buscan entrenar y educar acerca del comportamiento social tienen un efecto positivo sobre la activación de la neuroplasticidad cerebral y sobre la reducción de los síntomas principales del autismo. Sin embargo, es importante resaltar que sólo se encontró un estudio que apoya este resultado, tal como se observa en la ilustración 2. Para estudios futuros se desea ampliar la búsqueda con el objetivo encontrar consistencia en diversos artículos que corroboren la eficacia de las terapias conductuales, basadas en el principio de la neuroplasticidad para la población autista.

Además, para las intervenciones basadas en fisioterapia, aunque se encontró una guía que le indica al fisioterapeuta la forma de llevar a cabo las intervenciones sobre la población con TEA, no se encontraron

evidencias científicas que corroboren la activación de la neuroplasticidad por medio de la fisioterapia. Sin embargo, es evidente que la fisioterapia puede rehabilitar distintas patologías que conlleven a la disfunción motora; por ello, esto es una alternativa para pacientes que manifiesten condiciones comórbidas al TEA relacionadas con el déficit motor.

Finalmente, en cuanto a las intervenciones basadas en medicina alternativa, se encontró falta de rigurosidad científica, demostrada en las fallas metodológicas de los artículos analizados. No obstante, los resultados expuestos en las revisiones de literatura analizadas demuestran poca eficacia en las prácticas realizadas, particularmente para musicoterapia y arteterapia. En cuanto al uso de la acupuntura para la intervención de TEA, se encontraron resultados que corroboran la activación de la neuroplasticidad a partir de esta terapia. No obstante, no se demostró un mejoramiento en los síntomas del autismo.

5. CONCLUSIONES

Se encontró información diversa sobre las terapias para TEA basadas en el principio de la neuroplasticidad. Se halló que algunas áreas, como la neurobiología y las intervenciones conductuales, han demostrado brindar resultados positivos para el tratamiento de este trastorno. En el área de la neurobiología, se encontraron hallazgos que corroboran el uso de fármacos, neurorealimentación y entrenamiento por computador como vías eficaces para intervenir a pacientes que posean el trastorno del espectro autista; ya que diferentes estudios [9], [13] encuentran cambios en el comportamiento y los síntomas autistas basados en la activación de la neuroplasticidad; lo cual es un efecto de las terapias propuestas. Adicionalmente, se concluye que, aunque la literatura encontrada respecto a las intervenciones conductuales es escasa, se encuentra evidencia científica que demuestra la activación de la neuroplasticidad y la reducción de los síntomas principales del autismo a partir de esta terapia. Esto sugiere que las terapias de tipo conductuales son prometedoras, sin embargo, es necesario el desarrollo de nuevas investigaciones en el área.

Por otro lado, existen otras alternativas que aún no han sido demostradas científicamente, particularmente por falta de estudios, rigurosidad científica o consistencia de los resultados a lo largo de la literatura. Este es el caso de la fisioterapia [18], arteterapia [20], [21] y acupuntura [23]. En cuanto a la fisioterapia, a pesar de que no se encontró estudios que muestren la eficacia de la terapia en autismo, la literatura muestra que puede ser un soporte a las intervenciones de autismo, pues esta población presenta déficit en el desarrollo de las habilidades motoras. Finalmente, en cuanto a la arteterapia y la acupuntura, es importante resaltar que las deficiencias de las investigaciones actuales pueden ser corregidas en trabajos futuros. Es importante continuar con la investigación en estas áreas, para que próximos trabajos definan por medio de evidencia científica la validez de estas prácticas en el tratamiento de los síntomas de TEA.

De acuerdo con el estado de arte encontrado sobre las intervenciones basadas en el principio de la neuroplasticidad, se demuestra evidencia científica acerca de las terapias en el área de la neurobiología y las intervenciones conductuales. Además, se encontraron otras alternativas, cuyos estudios aún no demuestran su funcionalidad en la población de autismo; no obstante, se abren las puertas para nuevas investigaciones en cada una de las áreas exploradas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. P. Association, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5®). American Psychiatric Pub, 2013.

- [2] World Health Organization, «Autism spectrum disorders y other developmental disorders», Geneva, Switzerland, Meeting Report, sep. 2013.
- [3] H.-M. Chiang y I. Wineman, «Factors associated with quality of life in individuals with autism spectrum disorders: A review of literature», *Res. Autism Spectr. Disord.*, vol. 8, n.o 8, pp. 974-986, ago. 2014.
- [4] World Health Organization, «WHOQOL User Manual», Geneva, Switzerland, 1998.
- [5] M. Costandi, *Neuroplasticity*. MIT Press, 2016.
- [6] M. Sgritta et al., «Mechanisms Underlying Microbial-Mediated Changes in Social Behavior in Mouse Models of Autism Spectrum Disorder», *Neuron*, vol. 101, n.o 2, pp. 246-259.e6, ene. 2019.
- [7] P. Purkayastha, A. Malapati, P. Yogeewari, y D. Sriram, «A Review on GABA/Glutamate Pathway for Therapeutic Intervention of ASD and ADHD», *Curr. Med. Chem.*, vol. 22, n.o 15, pp. 1850-1859, may 2015.
- [8] J.-J. Zheng et al., «Oxytocin mediates early experience-dependent cross-modal plasticity in the sensory cortices», *Nat. Neurosci.*, vol. 17, n.o 3, pp. 391-399, mar. 2014.
- [9] P. Luise, B. Daniel, H. Sarah, H. Martin, B. Sven, y B. Tobias, «Neurobiologically based interventions for autism spectrum disorders-rationale and new directions», *Restor. Neurol. Neurosci.*, n.o 1, pp. 197-212, 2014.
- [10] M. R. Calomeni, V. Furtado da Silva, B. B. Velasques, O. G. Feijó, J. M. Bittencourt, y A. P. Ribeiro de Souza e Silva, «Modulatory Effect of Association of Brain Stimulation by Light and Binaural Beats in Specific Brain Waves», *Clin. Pract. Epidemiol. Ment. Health*, vol. 13, n.o 1, pp. 134-144, sep. 2017.
- [11] E. M. Sokhadze, A. S. El-Baz, L. L. Sears, I. Opris, y M. F. Casanova, «rTMS neuromodulation improves electrocortical functional measures of information processing and behavioral responses in autism», *Front. Syst. Neurosci.*, vol. 8, ago. 2014.
- [12] A. Demirtas-Tatlidede, A. M. Vahabzadeh-Hagh, y A. Pascual-Leone, «Can noninvasive brain stimulation enhance cognition in neuropsychiatric disorders?», *Neuropharmacology*, vol. 64, pp. 566-578, ene. 2013.
- [13] S. Bölte et al., «Training-induced plasticity of the social brain in autism spectrum disorder», *Br. J. Psychiatry*, vol. 207, n.o 2, pp. 149-157, ago. 2015.
- [14] P. Howlin, I. Magiati, y T. Charman, «Systematic Review of Early Intensive Behavioral Interventions for Children With Autism», *Am. J. Intellect. Dev. Disabil.*, vol. 114, n.o 1, pp. 23-41, ene. 2009.
- [15] A. V. Van Hecke et al., «Measuring the Plasticity of Social Approach: A Randomized Controlled Trial of the Effects of the PEERS Intervention on EEG Asymmetry in Adolescents with Autism Spectrum Disorders», *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 45, n.o 2, pp. 316-335, feb. 2015.
- [16] C. P. Burnette, H. A. Henderson, A. P. Inge, N. E. Zahka, C. B. Schwartz, y P. C. Mundy, «Anterior EEG asymmetry and the Modifier Model of Autism», *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 41, n.o 8, pp. 1113-1124, ago. 2011.
- [17] K. Hugdahl y R. Westerhausen, Eds., «Hemispheric Asymmetry in Pediatric Developmental Disorders», en *The Two Halves of the Brain*, The MIT Press, 2010.
- [18] J. J. Cazorla González y C. J. Cornellá i, «The possibilities of physical therapy in the multidisciplinary treatment of autism», *Pediatr. Atencion Primaria*, vol. 16, n.o 61, pp. e37-e46, 2014.
- [19] D. O'Mathuna y W. L. MD, *Alternative Medicine*. Zondervan, 2010.
- [20] G. Mirabella, «Is Art Therapy a Reliable Tool for Rehabilitating People Suffering from Brain/Mental Diseases?», *J. Altern. Complement. Med.*, vol. 21, n.o 4, pp. 196-199, abr. 2015.
- [21] G. Bharathi, K. Jayaramayya, V. Balasubramanian, y B. Vellingiri, «The potential role of rhythmic entrainment and music therapy intervention for individuals with autism spectrum disorders», *J. Exerc. Rehabil.*, vol. 15, n.o 2, pp. 180-186, abr. 2019.
- [22] W. H. Organization, *Acupuncture: Review and Analysis of Reports on Controlled Clinical Trials*. World Health Organization, 2002.
- [23] L.-Y. Li, N. Jiang, y Y. Zhao, «Could Acupuncture Have a Role in the Treatment of Autism Spectrum Disorder via Modulation of Bdnf Expression and Activation?», *Acupunct. Med.*, vol. 32, n.o 6, pp. 503-505, dic. 2014.

Correo autor: daya.serrano@mail.escuelaing.edu.co; sergio.pulido@mail.escuelaing.edu.co