CENTRO UNIVERSITARIO DE NEUROCIENCIA

ANUARIO DE INVESTIGACIONES 2022

Autores:
José Rodolfo Pérez / María José Jiménez / Luciana Mejía Figueroa / Oscar Picardo Joao
Compilador: Oscar Picardo Joao

ISBN: 978-99983-991-0-5

CENTRO UNIVERSITARIO DE NEUROCIENCIA
UFG-Editores
UFG UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA
Powered by Arizona State University®

CENTRO UNIVERSITARIO DE NEUROCIENCIA

ANUARIO DE INVESTIGACIONES 2022

Autores:
José Rodolfo Pérez / María José Jiménez / Luciana Mejía Figueroa / Oscar Picardo Joao
Compilador: Oscar Picardo Joao

ISBN: 978-99983-991-0-5

CENTRO UNIVERSITARIO DE NEUROCIENCIA
UFG-Editores
UFG UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA
Powered by Arizona State University®

Misión
La Universidad Francisco Gavidia es una institución educativa incluyente de clase global, comprometida con la calidad de sus servicios docentes y científicos, para lograr el progreso social, la productividad y la competitividad de El Salvador, formando a los mejores profesionales del país.

Visión
Ser la principal y mejor universidad privada de carácter global que contribuya a elevar la competitividad y productividad de El Salvador a través de la formación de profesionales emprendedores, innovadores y con visión global.

Consejo Directivo

Presidenta:	MEd. Rosario Melgar de Varela
Vicepresidente:	Ing. Oscar Armando Rivera Andino
Secretaria General:	MEd. Teresa de Jesús González de Mendoza
Primer Vocal:	Dr. e Ing. Mario Antonio Ruiz Ramírez
Segunda Vocal:	Ing. Ruth María Portillo Guevara

Rector
Dr. e Ing. Mario Antonio Ruiz Ramírez

Secretaria General
MEd. Teresa de Jesús González de Mendoza

Dirección y contacto
Universidad Francisco Gavidia: Calle El Progreso n.° 2748, Edificio de Rectoría, San Salvador, El Salvador. Tel. (503) 2249-2700
www.ufg.edu.sv

Misión
Diseñar, promover y acompañar iniciativas, políticas, programas y proyectos académicos empresariales para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación que impacten en la productividad y competitividad de El Salvador.

Visión
Ser el instituto científico líder en El Salvador en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Director
Oscar Picardo Joao, PhD.

DE ESTA EDICIÓN

Título: Centro Universitario de Neurociencia. Anuario de investigaciones 2022.
Autores: Jose Rodolfo Pérez, María José Jiménez, Luciana Mejía Figueroa, Oscar Picardo Joao.
Compilador: Oscar Picardo Joao.
Colección: Salud.
Primera edición: © Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2023.

ISBN: 978-99983-991-0-5

616.8
C397 Centro Universitario de Neurociencias ; anuario de investigaciones
2022 = University Center for Neuroscience : research yearbook
slv 2022 / María José Jiménez Aguilar, José Rodolfo Pérez Rosales, Luciana Mejía Figueroa, Oscar Carlos Picardo Joao ; compilador Oscar Carlos Picado Joao ; coordinación Claudia Reneé Meyer ; corrección de estilo Lya Ayala Arteaga, Claudia Reneé Meyer ; diagramación y diseño Gustavo Menjívar. -- 1ª ed. -- San Salvador, El Salv. : UFG Editores, 2023.
315 p. : il. col. ; 22 cm.

ISBN 978-99983-991-0-5 (impreso)

1. Neurociencias-Investigaciones. 2. Salud-Investigaciones. 3. Ciencias médicas. I. Jiménez Aguilar, María José, coaut. II. Picardo Joao, Oscar Carlos, comp. III. Título.

BINA/jmh

UFG EDITORES

Coordinación
Claudia Reneé Meyer

Corrección de estilo
Lya Ayala Arteaga / Claudia Reneé Meyer

Diagramación y diseño
Gustavo Menjivar

Traducción al inglés
María José López

Dirección y contacto
Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad Francisco Gavidia; edificio de Rectoría, segundo nivel. Calle El Progreso N.º 2748, San Salvador, El Salvador, C.A.
Teléfono: (503) 2249-2701
Email: editores@ufg.edu.sv

El contenido y opiniones vertidas en la publicación son responsabilidad exclusiva de los autores, y no refleja la posición de la Universidad Francisco Gavidia. Este documento puede ser utilizado atendiendo las condiciones de la licencia Creative Commons: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Para referencia:
Pérez, J., Jiménez, M., Mejía, L. y Picardo, O. (2023). *Centro Universitario de Neurociencia: Anuario de Investigaciones 2022*. (O. Picardo, Comp.). UFG Editores.

Hecho el depósito que dicta la ley.

Octubre, 2023, San Salvador, República de El Salvador, Centroamérica.

Impreso en Talleres Gráficos UCA.

Edición de 500 ejemplares impresos.

Consejo Editorial

Dr. Oscar Picardo Joao.
DEA-Doctor en Didáctica y Organización Escolar.
Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI), de la Universidad Francisco Gavidia (UFG).
Correo electrónico: opicardoj@ufg.edu.sv

Dr. Rolando Balmore Pacheco.
Doctor en Gestión Pública y Ciencias Empresariales.
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas, de la Universidad Francisco Gavidia (UFG).
Correo electrónico: rpacheco@ufg.edu.sv

Dr. Carlos Hernández Suárez.
PhD, Biometry and Statistics.
Consultor independiente.
Correo electrónico: carlosmh@mac.com

Dr. Carlos Gerardo Acevedo.
Doctor en Economía.
Consultor independiente en temas económicos.
Correo electrónico: cacevedosv@yahoo.com

Lic. Luis Enrique Amaya Urías.
Licenciatura en Psicología.
Consultor independiente.
Correo electrónico: leamaya@gmail.com

Dr. David Ernesto López Moreno.
Doctor en Filología y Teoría Bíblica.
Profesor en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador (FMOCC-UES), e investigador asociado en el Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades (CICH-UJMD).
Correo electrónico: davidelopez@hotmail.com

Autores

José Rodolfo Pérez
Licenciado en Psicología por la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (El Salvador). Es Máster en Psicología de la Salud por la Universidad Internacional Iberoamericana y Máster en Psicología Clínica por la Universidad Europea del Atlántico. También es un profesional certificado en el modelo "*Teaching all kinds of minds: a language and framework for bringing educational neuroscience to your classroom*" por The Center for Transformative Teaching and Learning at Saint Andrew's Episcopal School. Actualmente es el Director Ejecutivo del Centro Universitario de Neurociencia de la Universidad Francisco Gavidia (UFG); investigador asociado del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI-UFG), docente y psicoterapeuta.

María José Jiménez
Ingeniero Industrial con experiencia en análisis de información utilizando técnicas de aprendizaje automático. Mientras realizaba su Maestría en la Universidad de Chile (sobre Gestión de Operaciones), trabajó con un equipo especializado en trastornos de movimiento. Participó en un proyecto para validar la sensibilidad de un radiofármaco, utilizando tomografías PET para facilitar el proceso de diferenciación entre pacientes con parkinsonismos y sujetos normales; se aplicaron modelos de *machine* y *deep learning* para generar, a través del procesamiento de imágenes, un diagnóstico asistido por computadora (CAD).

Luciana Mejía Figueroa
Cuenta con una Licenciatura en Neurociencias y Psicología por la Universidad de Colorado (EUA); un Doctorado en Neurociencias y Psicofarmacología por la Universidad Internacional de Cambridge; y una Maestría en Neurologopedia y Rehabilitación, *fellowship* de estimulación magnética transcraneal en la Universidad de Duke.

Ha tratado por más de seis años a pacientes con trastornos neurológicos y psiquiátricos, siendo pionera en utilizar la estimulación magnética transcraneal, una tecnología terapéutica alternativa y no invasiva; con esta ha logrado brindar un apoyo efectivo a médicos psiquiatras y neurólogos, especialmente en pacientes que presentan resistencia y tolerancia a medicamentos.

Oscar Picardo Joao
Docente, investigador educativo, escritor, consultor de organismos internacionales en la región centroamericana; con estudios especializados en filosofía, política educativa, didáctica y organización escolar (University of Louisville, Harvard University, Universitat Oberta de Catalunya). Profesor adjunto de Arizona State University. Director de diversos institutos de investigación. Fundador del Instituto de Investigación para el Aprendizaje. Ha publicado numerosos artículos y libros. Actualmente es el director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI-UFG).

Índice de contenidos

13 Introducción

15 Funciones ejecutivas y dislexia: estado y evolución del caso de Paula.
José Rodolfo Pérez

40 Impactos psicológicos del confinamiento y aislamiento social por COVID-19 en preescolares del área de San Salvador.
José Rodolfo Pérez

78 Comparación de estudios normales vs. estudios anormales para la detección automática de anomalías utilizando resonancias magnéticas y técnicas de *machine learning*.
María José Jiménez

109 Eficiencia y seguridad de la estimulación magnética transcraneal (EMT) en el tratamiento para la depresión juvenil.
Luciana Mejía Figueroa

138 Un experimento sobre la vulnerabilidad ideológica.
Oscar Picardo Joao

Cerebro

Ciencia

Dislexia

Investigación

Diagnóstico

Observación

Introducción

Desde el Centro Universitario de Neurociencia (CUN) de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), presentamos este número monográfico de Neurociencia que contiene cinco estudios realizados por el equipo de investigadores, que responden a diversos desafíos particulares y estructurales: 1) "Funciones ejecutivas y dislexia: estado y evolución del caso de Paula", de José Rodolfo Pérez; 2) "Impactos psicológicos del confinamiento y aislamiento social por COVID-19 en preescolares del área de San Salvador", de José Rodolfo Pérez; 3) "Comparación de estudios normales vs. estudios anormales para la detección automática de anomalías utilizando resonancias magnéticas y técnicas de *machine learning*", de María José Jiménez; 4) "Eficiencia y seguridad de la estimulación magnética transcraneal (EMT) en el tratamiento para la depresión juvenil", de Luciana Mejía Figueroa; y 5) "Un experimento sobre la vulnerabilidad ideológica", de Oscar Picardo Joao.

Las Neurociencias, como espacio de trabajo interdisciplinario enfocadas en el estudio del cerebro, se abren paso recientemente en El Salvador; ya contamos con científicos jóvenes que se han especializado en el exterior y se han creado líneas de investigación específicas que comienzan a presentar sus resultados.

El CUN avanza científicamente a buen ritmo. Actualmente se adquirió un sofisticado laboratorio neurofisiológico para realizar estudios del cerebro, el "Neuron-Spectrum-4/EPM", a través del cual se podrán desarrollar estudios de encefalograma clásico, encefalograma de larga duración, *neurofeedback*, potenciales evocados visuales y auditivos, entre otros procesos: el equipo cuenta con 21 canales EEG más ocho canales poligráficos para grabar EMG, ECG, EOG; grabación EP de alta calidad y multimodalidad, herramientas avanzadas de análisis, botones de empedancias, almacenamiento, monitoreo cardíaco, respiratorio y monitoreo remoto. Con este equipo adquirido en Moscú, la UFG se pone a la vanguardia en las investigaciones en Neurociencia y permitirá atender con mejor tecnología a niños y niñas con diversos problemas y trastornos del aprendizaje, como el trastorno del espectro autista, déficit atencional, hiperactividad, dislexia, entre otros problemas y características.

Parte de la función científica del CUN es también comunicar los resultados de las investigaciones, y en este contexto presentamos esta publicación siendo la primera serie especializada en el campo de las Neurociencias y posiblemente la primera en el país. Junto a las publicaciones "Pedagogía, didáctica y autismo" (2018), "Educación y COVID-19: estudio de factores asociados con el rendimiento académico *online* en tiempos de pandemia (caso El Salvador)" (2020), y "La curva del aprendizaje: un enfoque neuroevolutivo y neurocientífico" (2021), seguimos ampliando el acervo de nuestra producción científica desde el CUN-UFG.

Con el apoyo de Arizona State University (ASU), pronto presentaremos un programa de Maestría en Neurociencias con doble titulación, el cual permitirá seguir ampliando las capacidades científicas locales en la especialidad, formar especialistas, abrir nuevas líneas de investigación y conocer más sobre el cerebro.

Oscar Picardo Joao, PhD.
Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI)
Fundador del Centro Universitario de Neurociencias (CUN)

Funciones ejecutivas y dislexia: estado y evolución del caso de Paula

Executive functions and dyslexia: estatus and evolution of Paula's case

José Rodolfo Pérez[1]
Licenciado en Psicología, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", El Salvador.
Máster en Psicología Clínica y de la Salud, Universidad Europea del Atlántico, España.
Máster en Psicología de la Salud, Universidad Internacional Iberoamericana, México.
Director Ejecutivo e Investigador Asociado del Centro Universitario de Neurociencia (CUN),
del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI)
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
https://orcid.org/0000-0001-8991-6274
jrperez@ufg.edu.sv

1 Nota del autor: esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Universidad Francisco Gavidia a través de ICTI. Toda comunicación respecto a la investigación debe dirigirse a: jrperez@ufg.edu.sv

RESUMEN

La dislexia es una condición que se asocia con dificultades en el aprendizaje y adquisición de los procesos asociados al lenguaje. Este fenómeno es un conjunto bastante heterogéneo de comportamientos, razón por lo cual el diagnóstico es un proceso complejo y requiere de las herramientas psicométrica adecuadas. En este estudio, se investiga, analiza y brinda tratamiento a la paciente Paula. Esta es una niña de nueve años de edad diagnosticada con dislexia; además, Paula presenta ondas cerebrales anormales epileptiformes y una megacisterna magna a nivel cerebeloso. Se lleva a cabo un estudio de caso único tipo ABA. Los instrumentos de medición fueron la prueba de Stroop, d2 Test de Atención y la Batería Neuropsicológica para los Trastornos del Aprendizaje (BANETA), con los cuales se realizaron mediciones periódicas pretratamiento, durante el tratamiento y postratamiento. Se elabora un plan de intervención y se aplica durante cuatro meses, tratando cuatro ejes de rehabilitación: procesos perceptivos, léxicos, sintácticos y semánticos. Se hicieron mediciones sistemáticas en las tres fases (ABA). Los resultados presentan que Paula aumenta su funcionamiento ejecutivo al recibir la intervención, pero únicamente evidencia mejoras en su procesamiento fonológico, es decir, se vuelve más capaz en el reconocimiento de las palabras, más no en otras áreas de interés como la discriminación auditiva especializada de fonemas simples o sus unidades (consonantes o vocales). Es probable que las condiciones neurológicas sean fuertes variables en contra del tratamiento. Para futuras investigaciones deberán considerarse la aplicación de otras estrategias de intervención y medición.

Palabras clave: dislexia, BANETA, prueba de Stroop, condiciones neurológicas, mediciones sistemáticas, El Salvador.

ABSTRACT

Dyslexia is a condition that is associated with difficulties in learning and acquiring the processes associated with language. This phenomenon is a fairly heterogeneous set of behaviors, which is why diagnosis is a complex process and requires the appropriate psychometric tools. In this study, patient Paula is investigated, analyzed and treated. This is a nine-year-old girl diagnosed with dyslexia; In addition, Paula has abnormal epileptiform brain waves and a megacisterna magna at the cerebellar level. A single case study type ABA is conducted. The measuring instruments were the Stroop test, d2

Attention Test and the Neuropsychological Battery for Learning Disorders (BANETA), with which periodic measurements were made pre-treatment, during treatment and post-treatment. An intervention plan is drawn up and applied for four months, dealing with four axes of rehabilitation: perceptual, lexical, syntactic and semantic processes. Systematic measurements were made in all three phases (ABA). The results show that Paula increases her executive functioning when receiving the intervention, but only shows improvements in her phonological processing, that is, she becomes more capable in the recognition of words, but not in other areas of interest such as specialized auditory discrimination of simple phonemes or their units (consonants or vowels). Neurological conditions are likely to be strongly variable against treatment. For future research, the application of other intervention and measurement strategies should be considered.

Keywords: *dyslexia, BANETA, Stroop test, neurological conditions, systematic measurements, El Salvador.*

Introducción

La primera observación del fenómeno que se denominó dislexia fue realizada por el Adolf Kussmaul en 1877, profesor de medicina en Estrasburgo, quien lo identificó en ese momento como «ceguera de las palabras». Sobre esta base, en 1887 el oftalmólogo alemán Rudolf Berlin a través de su ejercicio profesional, encontró el mismo fenómeno que Kussmaul, en donde ciertos pacientes adultos presentaban dificultades en la lectura de palabras, no existiendo una causa fisiológica a nivel del aparato visual que explicara la anomalía, por lo que supuso que el problema debería encontrarse en el cerebro. Aunque por los limitados avances científicos de la época no fue posible profundizar en este aspecto; no obstante, motivado por otros términos de la época como alexia o paralexia, alineó este fenómeno con la literatura médica internacional y le denominó «dislexia».

Durante años el interés que existió sobre este problema disminuyó significativamente, hubo pocas publicaciones durante la primera mitad del siglo XX, hasta que en la década de los 60 el médico neurólogo Macdonald Critchley y el psicólogo Tim Miles retomaron el estudio de la dislexia, realizando investigaciones en personas que la padecían contribuyendo a la apertura de *The Word Blindness Centre*, un instituto especializado en el estudio y atención de esta condición. Esta revitalización por el estudio de la dislexia permitió que en el año 1968 la sección de investigación de la Federación Internacional de Mundial de Neurología sobre la Dislexia del Desarrollo y el Analfabetismo brindara por primera vez una caracterización del problema, proponiendo qué debe entenderse como un trastorno que se manifiesta por la dificultad para la lectura, a pesar de haber recibido el entrenamiento usual, sin alteraciones en la inteligencia o privación sociocultural que pudieran proporcionar una mejor explicación de la condición que padece la persona.

Durante este resurgimiento del interés sobre la dislexia, la investigadora Naidoo, publicó el primer libro sobre el tema: *Dislexia específica*. Desde este periodo en adelante, el estudio y la comprensión sobre el trastorno aumentó y el interés en encontrar estrategias terapéuticas que faciliten atención adecuada cada día son más variadas.

Según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastorno Mentales V (*American Psychiatric Association*, 2013) la dislexia del desarrollo es un término en desuso, que se

enmarca dentro de la categoría: trastorno específico del aprendizaje con dificultades en la lectura y la expresión escrita. Esta nosología diagnóstica se caracteriza por un patrón de problemas relacionados con el reconocimiento de las palabras y expresión escritas de manera precisa y fluida (Snowling *et al.*, 2020). En ocasiones estas dificultades se acompañan de problemas en la adquisición de habilidades ortográficas, además de dificultades en la compresión y práctica del razonamiento matemático.

Para esta investigación se utiliza el término dislexia del desarrollo únicamente con fines prácticos, aunque como se ha aclarado, la nosología como tal tiene una correspondencia distinta en los manuales de diagnósticos. También, es necesario establecer que este diagnóstico forma parte de los trastornos del neurodesarrollo debido a que los modernos estudios neuropsicológicos apuntan hacia una etiología de base biológica de inicio en la infancia y relacionada con alteraciones del sustrato encefálico. En tal sentido, una investigación reciente (Wagner *et al.*, 2020) estima que alrededor del 5 %-20 % de los niños y adolescentes padecen dislexia del desarrollo en los EUA, estas cifras son ambiguas y no representativas de la prevalencia del fenómeno por los criterios diagnósticos sobre el fenómeno, como por los desacuerdos clínicos sobre su identificación y psicometría.

La dislexia del desarrollo es considerada como el resultado de deficiencias específicas del procesamiento fonológico, es decir, la utilización de la estructura del sonido del lenguaje como una forma para procesar la información, estos casos presentan un déficit del reconocimiento de palabras o decodificación (Lyon *et al.*, 2003; Peterson y Pennington, 2012; Wagner y Torgesen, 1987); en tal sentido, la mayoría de las investigaciones han intentado encontrar las causas biológicas asociadas al pobre desempeño en el procesamiento fonológico a nivel estructural como funcional, como se presentan en distintas publicaciones (Caylak, 2009; Galaburda, 1999; Galaburda y Kemper, 1979; Krafnick *et al.*, 2014; Schlaggar y McCandliss, 2007; Shaywitz *et al.*, 2001; Temple, 2002).

En un estudio realizado con resonancia magnética funcional (fMRI) (Demb *et al.*, 1999) en adultos con dislexia se encontró que durante el procesamiento fonológico, el lóbulo frontal del hemisferio izquierdo se activa de forma heterogénea (normal o hipernormal) y las regiones del lenguaje en el área temporo-parietal izquierda no manifiesta actividad o lo hacen de forma hiponormal. No obstante, otra investigación (Shaywitz *et al.*, 1998) con fMRI, encontró un rol significativo de ciertas áreas encefálicas en la manifestación

de la dislexia, como: circunvolución temporal superior posterior (incluye el área de Wernicke), circunvolución angular, corteza estriada y giro frontal inferior. Estas áreas, a diferencia de las personas sin dislexia, presentan déficits en la regulación de su funcionamiento bajo demanda, esto es, no logran una activación adecuada para la codificación del procesamiento ortográfico y fonológico requerido para el buen desempeño de una actividad. Sin duda esto refleja una disfunción significativa y fundamental de la fonología, su procesamiento y su compensación. Otros estudios (Paulesu *et al.*, 1996; Rumsey *et al*., 1997) han encontrado similares resultados, una de las diferencias ha sido la técnica de medición como la tomografía de emisión de positrones (PET) que ha incorporado estímulos visuales y auditivos, demostrando nuevamente que las personas con dislexia poseen una pobre regulación de la actividad temporo-parietal, confirmando la existencia de disfunción en el bucle fonológico, que sobrepasan las diferencias culturales del lenguaje (Paulesu *et al.*, 2001).

En relación con lo anterior, Temple *et al.* (2001) realizaron un estudio con 24 niños disléxicos y sus contrapartes control utilizando fMRI: se encontró que los niños sin dislexia manifestaron activación en las zonas frontales y temporo-parietal izquierda cuando se desempeñan en la lectura de rimas y emparejamiento de letras; por otra parte, los niños con dislexia mostraron activación en el giro frontal inferior e ínsula del hemisferio izquierdo, pero fallan en la activación temporo-parietal izquierda cuando ejecutan la misma tareas que sus contrapartes control; esto permitió a los investigadores encontrar que el déficit de los niños con dislexia es especialmente fonológico, pues el procesamiento visual en el emparejamiento de letras no activa las áreas cerebrales encargadas de estos procesos como sí sucede en los niños sin dislexia del desarrollo. Resultados semejantes se han encontrado en otra investigación (Simos *et al.*, 2000) , con la diferencia que se utilizó la técnica de Imagen de Fuente Magnética (MIS), procedimiento no invasivo aplicado a 10 niños con dislexia y ocho controles, donde los niños con dislexia presentaron: (a) Una significativa activación reducida del área temporo-parietal izquierda; y (b) Una activación significativamente mayor en áreas homólogas del hemisferio derecho, durante los periodos de latencia, mientas ejecutaban las tareas de lectura frente a sus contrapartes sin problemas de lectura. Al respecto, esto permitió a los autores concluir que los datos son congruentes con la hipótesis de que los problemas de lectura asociados a los niños con dislexia presentan un patrón irregular y consistentes en las conexiones funcionales de las áreas del cerebro implicadas en la lectura, en contraposición de una disfunción general de un área en particular como podría suponerse.

La disfunción del área temporo-parietal y parieto-occipital posee mucho valor explicativo; ha sido comprobada por diversas investigaciones y es una fuente importante en la producción de las teorías del déficit del procesamiento fonológico (Horwitz *et al*., 1998; Krafnick *et al*., 2014; Raschle *et al*., 2012; Rumsey *et al.*, 1992). También, lo anteriormente mencionado, ha sido comprobado por diversos estudios de meta análisis (Maisog *et al*., 2008; McCandliss y Noble, 2003; Pugh *et al*., 2000a; Pugh *et al*., 2000b; Richlan, 2012; Sandak *et al*., 2004; Schlaggar y McCandliss, 2007; Shaywitz y Shaywitz, 2005), que demuestran hallazgos científicos en la habilidad de adquisición de la lectura y la dislexia íntimamente relacionadas con tres regiones específicas en el cerebro: (a) Área temporo-parietal, en algunos casos, puede contemplarse como área temporo-parieto-occipital, encargado de la decodificación de las palabras; (b) Área temporo-occipital, encargada del procesamiento visual del lenguaje y, por tanto, asociado al reconocimiento ortográfico; y (c) La hiperactivación del giro frontal inferior izquierdo, encargado de los procesos articulatorios; además, de estas áreas en concreto, también se contempla el rol del fascículo arqueado como la estructura que conecta dichas zonas corticales. Esto se corresponde a la teoría del déficit fonológico como la causa probable de la dislexia, el giro frontal inferior izquierdo y las áreas tempo-parietales y temporo-occipitales fallan en su funcionamiento (en el proceso de lectura y escritura), la primera presenta hiperactivación y las subsecuentes hipoactivación (Norton *et al*., 2015).

Existen otras hipótesis sobre el origen biológico de la dislexia como los planteamientos de anomalías a nivel magnocelular (Livingstone *et al*., 1991; Stein, 2001), déficits o anomalías motoras y cerebelosas (Chaix *et al.*, 2007; Nicolson *et al.*, 2001; Ramus, 2003), o las relacionadas con problemas a nivel del lóbulo temporal (Martino *et al.*, 2001; Rey *et al.*, 2002) o las áreas visual espaciales (Livingstone *et al.*, 1991; Lovegrove *et al.*, 1980). No obstante, por la vasta evidencia científica existente, para este estudio, se utilizó la teoría del procesamiento fonológico deficitario y sus correlatos neurológicos anteriormente descritos como base para la experimentación.

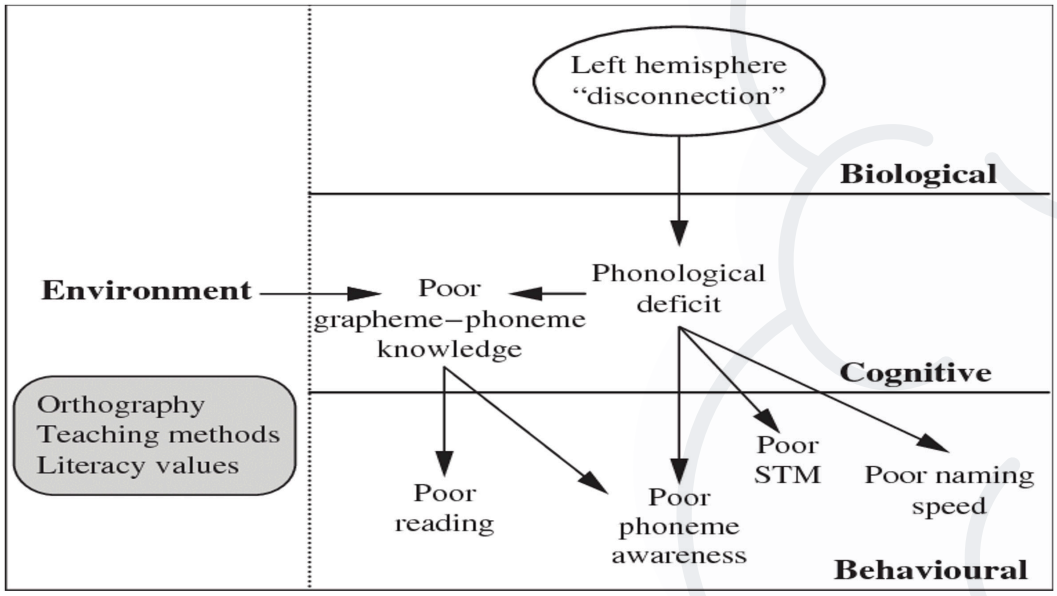
La teoría del déficit fonológico como una explicación para la dislexia es la que acumula más evidencia empírica al respecto. Esta cita que la dislexia tiene su origen en la dificultad específica para la formación de representaciones, almacenamiento y recuperación de los sonidos correspondientes al habla; esto se traduce en una pobre codificación fonológica, asociada con otros problemas de aprendizaje, como la lectura o la adquisición de las reglas ortográficas. En resumen, la teoría fonológica argumenta

la existencia de un vínculo directo entre un déficit cognitivo y el problema conductual: la dislexia.

La teoría del déficit fonológico como explicación de la dislexia posee un funcionamiento relativamente simple; entre sus principales teóricos (Shankweiler *et al*., 1979; Vellutino, 1981; Vellutino y Fletcher, 2005) han logrado profundizar en esta en términos simples como lo muestra Frith y Frith (1970) en la Figura 1, donde las anomalías biológicas encontradas en el hemisferio izquierdo son la base de los déficits manifestados en niños con dislexia.

Figura 1

Funcionamiento del procesamiento fonológico.



Fuente: Frith y Frith (1970).

Los autores Frith y Frith (1970) consideran que el déficit fonológico de los niños con dislexia afecta la adquisición y conocimiento correcto de los fonemas y grafemas, esto afecta directamente los procesos de lectura; además, el mismo déficit fonológico afecta la memoria de corto plazo y la velocidad del procesamiento, pues al estar estrechamente vinculadas al desarrollo de lenguaje (fonética, sintáctica, etc.), las variaciones en la adquisición o desarrollo de este impactarán en todo el sistema funcional y las funciones ejecutivas en consecuencia.

Las funciones ejecutivas incluyen habilidades como la planificación, resolución de problemas, memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva e inhibición; las funciones ejecutivas desempeñan un rol esencial en el comportamiento del niño, la regulación emocional y las interacciones sociales se desarrollan durante la infancia y la adolescencia. Los niños con dislexia presentan déficits en esta área, aunque se desconoce la direccionalidad de la relación: funciones ejecutivas-dislexia (déficit ejecutivo-déficit fonológico).

Un estudio (Akyurek y Bumin, 2019) realizado con un grupo de niños con dislexia y sus controles sanos, pretendía medir las funciones ejecutivas entre ambos grupos, este encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre los niños con dislexia frente a los que no poseen esta condición; los niños con dislexia poseen un desempeño deficitario respecto a su memoria de trabajo, control de impulsos, resolución de problemas, organización, regulación emocional y seguimiento en el ejercicio de las actividades respecto a sus contrapartes. Otro estudio similar (Barbosa *et al.*, 2019), apunta que la existencia de déficits en las funciones ejecutivas de los niños con dislexia frente a los controles sanos se relaciona con los procesos de modulación de atención selectiva, desplazamiento de la atención y el procesamiento fonológico, este último asociado típicamente con la dislexia.

En otro estudio (Varvara *et al.*, 2014), se analizaron las funciones ejecutivas en niños sin y con dislexia, encontrando déficits en varios dominios de las funciones ejecutivas como fluidez categorial y fonológica, atención visoespacial y auditiva, espunerismo, memoria a corto plazo verbal y visual, memoria de trabajo verbal en estos últimos. Además, al explorar las relaciones predictivas entre las medidas de funciones ejecutivas y la lectura, encontraron que el espunerismo explica mejor las deficiencias de lectura de palabras y no palabras en los niños con dislexia.

La información empírica obtenida a lo largo del tiempo identifica una probable y estrecha relación entre el desarrollo óptimo de las funciones ejecutivas y la dislexia en niños. Aunque los estudios no identifican la intensidad o grado en la que una afecta a la otra o incluso si la relación de influencia es unilateral o bilateral. Además, es poco claro como otras áreas cognitivas pueden verse afectadas y no ser consideradas en el estudio. En definitiva, es evidente que el fenómeno de la dislexia y sus implicaciones en las funciones ejecutivas está lejos de definirse de forma contundente. En tal sentido, para este estudio se ha considerado investigar esta condición a partir de un diseño de

caso único (n=1), esto con la finalidad de poseer un acercamiento a la problemática a través de un sujeto que no solamente reúne condiciones particulares de dislexia, sino que permite llevar un análisis de los progresos y retrocesos ante la aplicación o retiro del tratamiento en logopedia y terapia psicoeducativa.

El análisis de este caso, en particular, proporciona un primer acercamiento al fenómeno en el contexto salvadoreño, con relación a la implementación y medición de tratamientos en un sujeto proveniente de nuestra sociedad y cultura, que tiene una configuración psicosocial única y permite la posibilidad de comprender más de cerca la realidad de esta condición. No obstante, los resultados alcanzados tienen como limitante la falta de generalización, por ende, estos no pueden explicar el amplio abanico de manifestaciones de la dislexia en la mayor parte de niños del entorno próximo del estudio; además, esta es una primera aproximación a la problemática y, por tanto, abona el terreno para futuras investigaciones de mayor envergadura.

Método

Diseño

Para este estudio se ha considerado un diseño n=1, debido a la naturaleza del fenómeno, así como la oportunidad de hacer mediciones de la paciente Paula, una niña de 9 años, además de otras particularidades neurológicas que la convierten en un sujeto de interés experimental. El diseño n=1 más adecuado para este estudio de tipo ABA (Kazdin, 2001) es que se traza una línea de base de la variable dependiente, fase A, para luego proceder a la intervención planificada y nuevamente realizar una medición de la misma variable, fase B. Las fases se repiten hasta completar tres fases (ABA). Los efectos de la intervención deberían ser claros durante cada fase, especialmente, cuando se retira el tratamiento, fase A, aproximándose a la línea de base inicial.

Las investigaciones n=1 tipo ABA son parte de los diseños experimentales, su principal característica es realizar experimentos con casos únicos. En ese sentido, se consideran participantes cuyas características clínicas son estadísticamente atípicas y, por tanto, les convierte en sujetos de investigación de referencia para la aplicación y medición de tratamientos novedosos o anteriormente establecidos como ideales.

Participantes

El sujeto experimental de este este estudio es nombrada con el seudónimo «Paula», con el fin de mantener su privacidad y confidencialidad, tanto por ser una menor de edad, como por los requerimientos éticos relacionados con la investigación en personas, según parámetros internacionales, nacionales y de la institución a la cual está afiliado el investigador.

El caso de Paula es «excepcional», es una niña de 9 años, que padece dislexia fonológica, diagnosticada a partir de una serie de pruebas psicológicas, a saber: Batería Neuropsicológica para la Evaluación del Trastornos del Aprendizaje (BANETA), Escala Wechsler de Inteligencia para Niños y Adolescentes – IV (C.I.T.=78), prueba de Stroop y d2 de Atención. Estas pruebas, específicamente la primera, está especialmente diseñada para realizar diagnósticos de los problemas del aprendizaje. Además, Paula fue sometida a análisis neurológicos, el primero de ellos un electroencefalograma (EEG), el cual reveló puntas de ondas anormales en las áreas frontocentrales, que tipifica los resultados como paroxísticos no epilépticos. El segundo examen neurológico realizado por los resultados del EEG, fue una imagen por resonancia magnética (IRM) que reveló la existencia de una anormalidad denominada megacisterna magna en las inmediaciones del cerebelo.

Estas condiciones clínicas hacen de Paula un caso clínico único, porque se aplican intervenciones previamente probadas en poblaciones similares con dislexia del desarrollo, y puede resultar útil para la comprobación o adecuación e incluso generar propuestas de tratamiento novedosas y con base científica sólida.

Instrumento

Para llevar a cabo este estudio, que procura relacionar el funcionamiento ejecutivo y la dislexia fonológica, se han utilizado diferentes pruebas psicológicas, a saber:

a. BANETA: esta batería neuropsicológica está compuesta por 41 pruebas que evalúan atención, procesamiento fonológico, repetición, comprensión, gramática, lectura, dictado, aritmética, percepción, memoria a corto y largo plazo y memoria de trabajo. Se aplica a niños y niñas de 7 a 12 años. Para este caso solamente se usarán las subpruebas correspondientes a la escala de procesamiento fonológico: discriminación fonológica, segmentación de palabras, categorización fonológica,

síntesis de fonemas y análisis de palabras. El instrumento fue utilizado en tres momentos: (a) La condición inicial A, diagnóstico y línea base; (b) La condición B, seguimiento y medición post intervención; y (c) Seguimiento y medición con retirada del proceso de intervención aplicada durante la etapa B.

b. Prueba de Stroop: es una prueba neuropsicológica que evalúa la capacidad atencional, especialmente, el fenómeno denominado interferencia, íntimamente ligado a los procesos inhibitorios, asociado al funcionamiento ejecutivo. Esta prueba ha sido aplicada como un apoyo al diagnóstico de dislexia en la paciente Paula y se ha utilizado en tres momentos diversos: (a) La condición inicial A, diagnóstico y línea base; (b) La condición B, seguimiento y medición post intervención; y (c) Seguimiento y medición con retirada del proceso de intervención aplicada durante la etapa B.

c. d2 Test de Atención: es una prueba neuropsicológica que mide la atención selectiva y concentración mental del evaluado. Esto se logra en la medición de tres componentes: (a) Velocidad de trabajo, (b) Calidad de trabajo y (c) Precisión. Esta prueba se aplicó con el propósito de medir las capacidades atencionales en tres momentos: (a) La condición inicial A, diagnóstico y línea base; (b) La condición B, seguimiento y medición post intervención; y (c) Seguimiento y medición con retirada del proceso de intervención aplicada durante la etapa.

Procedimiento

Esta investigación se ha llevado a cabo a través de un proceso sistemático de intervención y evaluación realizado en diversas etapas:

a. Diagnóstico: en esta etapa se evaluó y diagnosticó a la participante, permitiendo su selección como sujeta para este estudio.
b. Establecimiento de línea base y mediciones continuas: una vez realizado el diagnóstico de dislexia del desarrollo en la participante y su posterior selección, se realiza la medición de línea base con las pruebas BANETA, Stroop y d2, con el propósito de establecer parámetros para contrastar los posibles efectos del tratamiento administrado; esta será la primera fase A. Las mediciones posteriores al establecimiento de línea base, se realizarán cada 30 días en la fase B. Esta fase tendrá una duración de 120 días que aplicará intervención especializada. Posteriormente, se retira la intervención especializada que corresponde a la segunda fase A, con una duración de 30 días, durante la que se realizarán dos mediciones en intervalos de 15 días.

c. Intervención: una vez establecida la línea base con las puntuaciones obtenidas en las distintas pruebas, se procede a realizar la intervención. En este caso se realizará un tratamiento partiendo del esquema general realizado por Cuetos y Vega (2010): rehabilitación de los procesos perceptivos, rehabilitación de los procesos léxicos, rehabilitación de los procesos sintácticos, rehabilitación de los procesos semánticos. La intervención se llevará a cabo en un lapso de cuatro meses en una sesión a la semana.

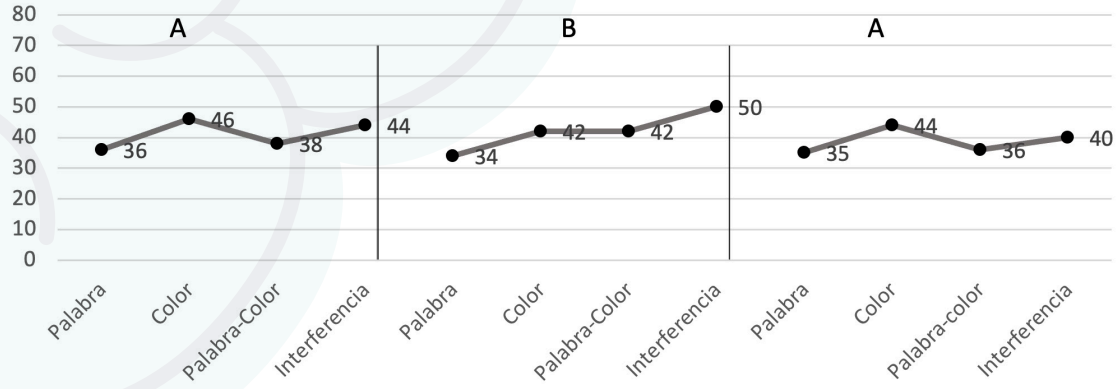
d. Finalizadas las intervenciones y mediciones sistemáticas, se procede a analizar los resultados. La línea de base se obtuvo al realizar el diagnóstico. Las mediciones en la fase B y la segunda fase A se obtienen en aplicaciones repetidas. La fase B cada 30 días en un lapso de 4 meses y la segunda fase A cada 15 días en un lapso de 1 mes; por tanto, se estimará el promedio de puntuaciones para cada fase y se procederá a presentarse en las figuras de cada test. El análisis se llevará a cabo a través de la observación del comportamiento de las figuras según cada fase y cada test.

Resultados

Se presentan, a continuación, los resultados para las condiciones experimentales tipo ABA en la prueba de Stroop de la paciente Paula. Los datos observados son puntuaciones típicas (T) en las tareas de Palabra (P), Color (C), Palabra-Color (PC) e Interferencia (Interf). La puntuación de Interferencia de gran valor predictivo resulta mejorar significativamente durante la intervención.

Figura 2

Test de Stroop.

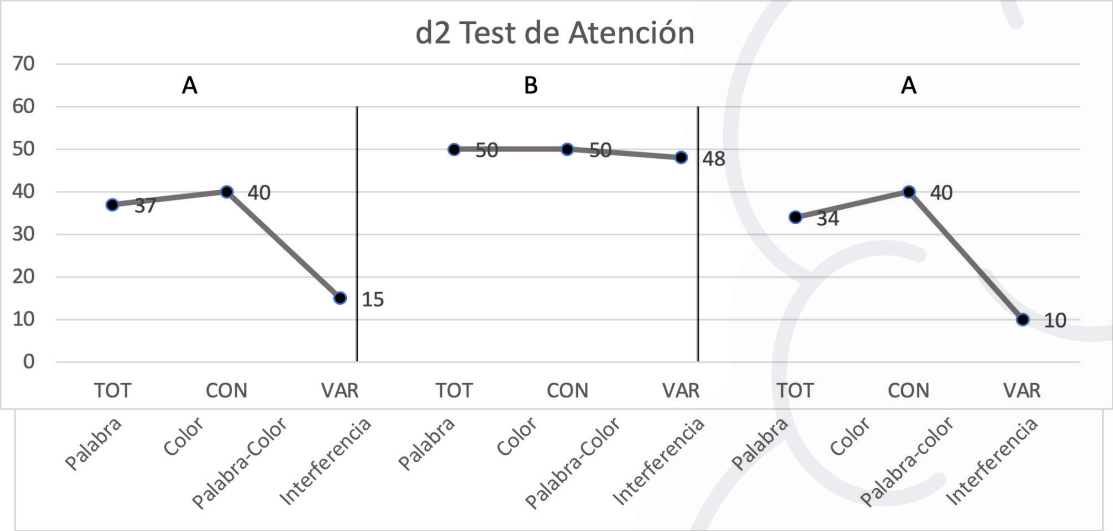


Fuente: elaboración propia.

También, siguen los resultados para las condiciones experimentales tipo ABA en la prueba d2 Test de Atención de la paciente Paula. Los datos observados son puntuaciones típicas (T) de los Índices de Efectividad Total de la Prueba (TOT), Índice de Concentración (CON) e Índice de Variación (VAR). Todas las puntuaciones índices mejoran significativamente durante la intervención, fase B. La puntuación TOT de gran valor experimental refleja el impacto del tratamiento.

Figura 3

Test de atención.

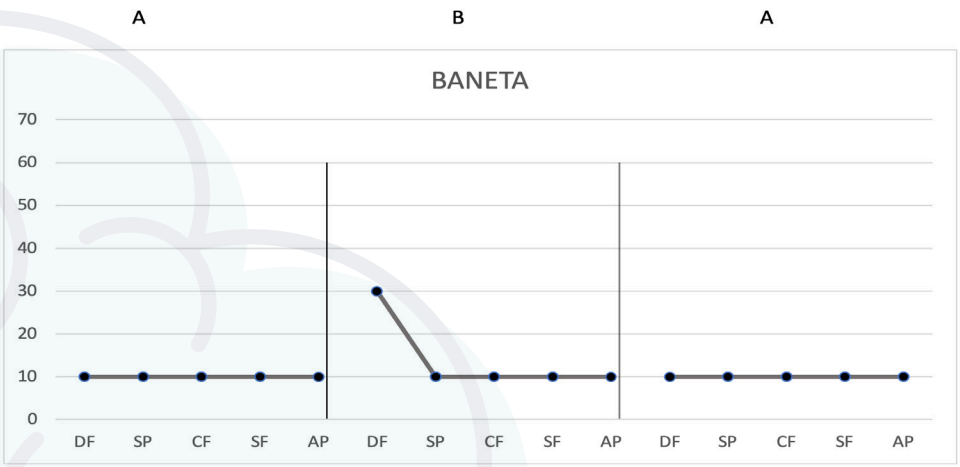


Fuente: elaboración propia.

En secuencia, los resultados para las condiciones experimentales tipo ABA en la prueba BANETA. Las siglas que se muestran corresponden a las siguientes subpruebas: Discriminación Fonológica (DF), Segmentación de Palabras (SP), Categorización Fonológica (CF), Síntesis de Fonemas (SF) y Análisis de Palabras (AP). Las puntuaciones analizadas a través de la BANETA se presentan en percentiles (Pc). La puntuación DF es la única que presenta una variación significativa y lo hace durante el proceso de intervención, fase B.

Figura 4

Condiciones experimentales tipo ABA en la prueba BANETA.



Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los resultados obtenidos por las diferentes pruebas psicológicas presentan mejoras significativas en los periodos de intervención frente a los periodos de retirada del tratamiento. En tal sentido, en la prueba de Stroop, la paciente presenta unos valores en la primera condición, fase A, pretratamiento: P=36, C=46, PC=38 e Interf=44. Mientras que en la condición B, durante el tratamiento, estas se manifiestan de una manera más estable (excepto en P): P=34, C=42, PC=42 e Interf=50. Al retirar la intervención, en la segunda fase A, las puntuaciones se trazan de manera similar al periodo pretratamiento: P=35, C=44, PC=36 e Interf=40.

En todos los escenarios la puntuación P siempre es baja, esta puntuación evalúa, entre muchas cosas, la velocidad de lectura, que, en este caso, ha de ser automática y que en muchos niños con problemas de lenguaje se manifiesta debajo del promedio, algo que, como se menciona anteriormente, no se modifica incluso en la fase B. No obstante, durante esta fase, las puntuaciones en C caen cuatro puntos respecto a la primera fase A, pero se observa una meseta entre C y PC en el periodo de tratamiento, lo que podría significar que la intervención en los procesos fonológicos (rehabilitación perceptiva) mejoran la velocidad y capacidad de denominación e inhibición de los estímulos, en una discriminación fonológica un poco más eficiente.

Esto se contrasta con que la puntuación de Interf. en la fase B se eleva seis puntos, teniendo en cuenta que Interf. evalúa entre tantas variables, la forma en que cognitivamente un sujeto responde bajo demanda, algo propio de la función ejecutiva, indicando nuevamente que bajo el tratamiento descrito el funcionamiento ejecutivo mejora su flexibilidad y rendimiento. Las mejorías se revierten al retirar el tratamiento y oscilan de forma similar que en la primera fase A. Esto es comparable a los resultados que otros investigadores han encontrado (Barbosa *et al*., 2019; Helland y Asbjørnsen, 2000; Varvara *et al*., 2014), en donde la función ejecutiva se encuentra funcionalmente deficitaria en los niños con problemas de lenguaje, como la dislexia, respecto a sus contrapartes sanas.

En relación con las puntuaciones en el d2 Test de Atención, las puntuaciones se comportan de manera muy similar que en el Stroop. En la primera fase A, pretratamiento: TOT=37, CON=40 y VAR=15. En la fase B, durante el tratamiento: TOT=50, CON=50 y VAR=48. En la segunda fase A, retirada del tratamiento: TOT=34, CON=40 y VAR=10. Considerando esto, es de hacer notar que la puntuación TOT de la paciente Paula, presenta una particularidad que puede ser asociada con el tratamiento. Para ello habrá que tener en cuenta que TOT es la medida principal de la prueba d2 y las más utilizada en el análisis experimental, esta mide el control atencional, inhibición de respuestas y la velocidad y precisión de dicho control, más bien, la atención como un proceso cognitivo transversal sino es que el principal del funcionamiento ejecutivo.

En tal sentido, Paula obtiene una puntuación en TOT pretratamiento y postratamiento por debajo del promedio, específicamente dos desviaciones típicas abajo y en el rango promedio mientras se aplicaba la intervención. Puede deducirse que las intervenciones realizadas para mejorar el procesamiento fonológico inciden directamente en la habilidad atencional selectiva y, en general, la mayor parte de los estímulos procesados poseen una carga simbólica significativa que demanda ser codificada y decodificada. Esta es una función directamente relacionada al proceso fonológico, por lo que se manifiesta que toda acción que mejore el proceso de discriminación e inhibición de estímulos que aumente la velocidad y la precisión de las respuestas que mejoran el procesamiento fonológico y la función ejecutiva en los niños con dislexia, es un ciclo que se podría clasificar como retroalimentación positiva.

La atención selectiva se comprende como un aspecto más del proceso de percepción (Treisman, 1969) y, por tanto, regula las respuestas voluntarias en función de las

actividades que demandan función ejecutiva. Por ende, es válido afirmar que mejorar los procesos atencionales es directamente proporcional a la mejora en el procesamiento fonológico en los niños con dislexia. En relación a las puntuaciones CON y VAR, muestran un mejor desempeño en la fase B, lo que se puede apoyar con las mejoras en las puntuaciones TOT, pues estas puntuaciones, aunque no se derivan directamente de esta, son influidas por el grado de aciertos en la prueba.

Con respecto a las puntuaciones en la BANETA, en la primera fase A, pretratamiento, la paciente obtiene las siguientes puntuaciones: DF=10, SP=10, CF=10, SF=10 y AP=10. En la fase B, durante el tratamiento: DF=30, SP=10, CF=10, SF=10 y AP=10. En la segunda fase A, retirada del tratamiento DF=10, SP=10, CF=10, SF=10 y AP=10. En esta prueba las puntuaciones son diametralmente distintas, de otro modo, todas se comportan igual en las diferentes fases a excepción de la escala DF, que se sitúa en el percentil 30 en la fase B y cae a su puntuación inicial de 10 en la segunda fase A. La escala DF mide la capacidad del individuo para identificar perceptualmente palabras que, en este caso, se presentan en pares, a veces iguales y otras diferentes, misma que mejora en la paciente durante la intervención, probablemente relacionada con aquella que se enfoca en la rehabilitación de los procesos perceptivos.

Es plausible afirmar que los cambios en positivo en escala DF está directamente relacionada con el tratamiento que Paula ha recibido. No obstante, con la BANETA se midió algo más allá que la discriminación fonológica de palabras, esta se utilizó para medir el procesamiento auditivo (SP, CF, SF y AP) relacionado con la sintaxis y semántica del lenguaje, los cuales no mejoraron en ninguna de las fases de la experimentación. En tal sentido, es válido considerar que las intervenciones (lexicales, sintácticos y semánticos) no aliviaron demasiado estos déficits. De acuerdo con esto, no tuvieron un efecto positivo en minimizar que la paciente pudiera tener una discriminación auditiva especializada, por lo que los problemas se mantuvieron independientemente en las etapas del estudio.

Esto, también, permite discurrir en la posibilidad de que los sistemas funcionales se encuentran separados y, a la vez, interconectados por mecanismos que aún no se definen con claridad y que ameritan tratamientos específicos. Algunos estudios (Maassen *et al.*, 2001; Masterson *et al.*, 1995; Paul *et al.*, 2006; Temple, 2002), igualmente, han constatado que el procesamiento fonológico como tal y el auditivo no se manifiestan de forma homogénea ni equiparable, siendo el déficit en el procesamiento perceptual

auditivo (sintáctico y semántico) una condición básica en los problemas de lectura y escritura de los niños con dislexia, por tanto, una fuerte variable en contra de la aplicación de los tratamientos que buscan la rehabilitación de estas funciones.

En relación con lo anterior, es importante considerar la condición neurológica de Paula, quien no solamente posee ondas anormales, sino que presenta una megacisterna magna al nivel cerebeloso. Aunque estas anormalidades no manifiestan síntomas o síndromes (convulsiones o epilepsia), pueden ser fuertes variables que juegan en contra del tratamiento y, al mismo tiempo, pueden ser factores predictores en el desarrollo de otras psicopatologías. Investigaciones han asociado las anomalías en regiones del cerebelo con problemas en el lenguaje presentadas en niños con dislexia (Nicolson *et al.*, 2001a, 2001b; Nicolson y Fawcett, 2005; Rae *et al.*, 2002; Stoodley, 2016; Stoodley y Stein, 2011, 2013), especialmente, aquellos relacionados con la velocidad y precisión de la lectura, escritura y motricidad (grafestesia), sin que esto subsane la teoría del déficit del procesamiento fonológico.

No obstante, se desconocen las formas en las que la anormalidad cerebelosa actúan en Paula y sus problemas de aprendizaje, esto debido a que harían falta más instrumentos de medición como técnicas de neuroimagen funcional o por emisión de positrones. Lo que si es posible asegurar por los resultados, es que estas anormalidades han dificultado el impacto con el cual la paciente ha respondido al tratamiento, pero ¿cómo esto puede ser verificable? Ninguna de las actividades de intervención actuó directamente sobre la velocidad y precisión en el procesamiento del lenguaje escrito, la velocidad y precisión motora asociada a la escritura, y la estimulación de otras funciones cognitivas superiores relacionadas con las anormalidades encontradas a nivel del cerebelo. Además, las intervenciones realizadas se desarrollaron en el marco de la teoría del procesamiento fonológico, por lo que, en su mayoría, las sesiones se enfocaban en la formación de representaciones mentales del lenguaje y la adquisición de sus estructuras básicas.

En ese sentido, este estudio sugiere dos conclusiones: (a) Los niños con dislexia poseen una función ejecutiva empobrecida, por lo que toda intervención que se proponga mejorar el procesamiento perceptivo, especialmente la discriminación de estímulos, tendrá un impacto positivo en la atención y, por tanto, el desempeño ejecutivo aumentará en un ciclo de retroalimentación positiva; y (b) La mejora de las funciones ejecutivas por intervenciones neuropsicológicas en estas áreas mejoran

parcialmente el procesamiento fonológico en los niños con dislexia, debido a que la estimulación de procesos cognitivos superiores se relaciona con la formación del sistema de representaciones relacionados al lenguaje, por lo que, el funcionamiento ejecutivo y fonológico, pueden considerarse como sistemas paralelos.

Por último, es recomendable en futuras investigaciones considerar el factor temporal, por ejemplo, contar con más sesiones semanales con la paciente y, si es posible, con al menos seis meses de intervención en lugar de cuatro. De igual manera, debe contemplarse una segunda condición B, que en este caso no fue posible por motivos relacionados con el deseo de sus padres de no discontinuar demasiado tiempo el tratamiento. Asimismo, debe tenerse en cuenta que las intervenciones aplicadas a niños con dislexia deben contener actividades que estimulen otros procesos cognitivos superiores como la memoria de trabajo, la memoria a largo plazo, la recuperación de información, la velocidad del procesamiento visual, la motricidad, entre otros, y no solamente enfocarse en las técnicas tradicionales de intervención. La función ejecutiva se encuentra empobrecida en los niños con dislexia y, por esto, su medición sistemática durante todo el proceso de tratamiento se convierte en fuerte predictor de la eficacia de este.

Referencias

Akyurek, G. y Bumin, G. (2019). An investigation of executive function in children with dyslexia. *Psychiatry and Behavioral Sciences (Online)*, 9(2), 10-17. https://doi.org/10.5455/PBS.20181128092027

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: Dsm-5*. Amer Psychiatric Pub Incorporated.

Barbosa, T., Rodrigues, C. C., Mello, C. B. de, Silva, M. C. de S. e. y Bueno, O. F. A. (2019). Executive functions in children with dyslexia. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria, 77*, 254-259. https://doi.org/10.1590/0004-282X20190033

Caylak, E. (2009). Neurobiological approaches on brains of children with dyslexia: review. *Academic Radiology*, 16(8), 1003-1024. https://doi.org/10.1016/j.acra.2009.02.012

Chaix, Y., Albaret, J.-M., Brassard, C., Cheuret, E., de Castelnau, P., Benesteau, J., Karsenty, C. y Démonet, J.-F. (2007). Motor impairment in dyslexia: the influence

of attention disorders. *European Journal of Paediatric Neurology, 11*(6), 368-374. https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2007.03.006

Cuetos, F. y Vega, F. C. (2010). *Psicología de la lectura*. WK Educación.

Demb, J. B., Poldrack, R. A. y Gabrieli, J. D. E. (1999). Functional neuroimaging of word processing in normal and dyslexic readers. En *Converging methods for understanding reading and dyslexia* (pp. 245-304). The MIT Press.

Frith, C. y Frith, U. (1970). The social brain and its failures. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 3*. https://doi.org/10.3389/conf.neuro.08.2009.09.003

Galaburda, A. M. (1999). Developmental dyslexia: a multilevel syndrome. *Dyslexia, 5*(4), 183-191. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0909(199912)5:4<183: AID-DYS147>3.0.CO;2-C

Galaburda, A. M. y Kemper, T. L. (1979). Cytoarchitectonic abnormalities in developmental dyslexia: A case study. *Annals of Neurology, 6*(2), 94-100. https://doi.org/10.1002/ana.410060203

Helland, T. y Asbjørnsen, A. (2000). Executive functions in dyslexia. *Child Neuropsychology, 6*(1), 37-48. https://doi.org/10.1076/0929-7049(200003)6:1;1-B;FT037

Horwitz, B., Rumsey, J. M. y Donohue, B. C. (1998). Functional connectivity of the angular gyrus in normal reading and dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 95*(15), 8939-8944.

Kazdin, A. E. (2001). *Métodos de investigación en psicología clínica*. Pearson Educación.

Krafnick, A. J., Flowers, D. L., Luetje, M. M., Napoliello, E. M. y Eden, G. F. (2014). An investigation into the origin of anatomical differences in dyslexia. *The Journal of Neuroscience*, 34(3), 901-908. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2092-13.2013

Livingstone, M. S., Rosen, G. D., Drislane, F. W. y Galaburda, A. M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 88*(18), 7943-7947.

Lovegrove, W. J., Bowling, A., Badcock, D. y Blackwood, M. (1980). Specific reading disability: differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science (New York, N.Y.), 210*(4468), 439-440. https://doi.org/10.1126/science.7433985

Lyon, G. R., Shaywitz, S. E. y Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia, 53*(1), 1-14. https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9

Maassen, B., Groenen, P., Crul, T., Assman-Hulsmans, C. y Grabeëls, F. (2001). Identification and discrimination of voicing and place-of-articulation in developmental dyslexia. *Clinical Linguistics & Phonetics, 15*(4), 319-339. https://doi.org/10.1080/02699200010026102

Maisog, J. M., Einbinder, E. R., Flowers, D. L., Turkeltaub, P. E. y Eden, G. F. (2008). A meta-analysis of functional neuroimaging studies of dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1145*(1), 237-259. https://doi.org/10.1196/annals.1416.024

Martino, S. D., Espesser, R., Rey, V. y Habib, M. (2001). The "temporal processing deficit" hypothesis in dyslexia: new experimental evidence. *Brain and Cognition, 46*(1-2), 104-108. https://doi.org/10.1016/S0278-2626(01)80044-0

Masterson, J., Hazan, V. y Wijayatilake, L. (1995). Phonemic processing problems in developmental phonological dyslexia. *Cognitive Neuropsychology, 12*(3), 233-259. https://doi.org/10.1080/02643299508251997

McCandliss, B. D. y Noble, K. G. (2003). The development of reading impairment: A cognitive neuroscience model. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 9(3), 196-205. https://doi.org/10.1002/mrdd.10080

Nicolson, R. y Fawcett, A. (2005). Developmental dyslexia, learning and the cerebellum. En W. Fleischhacker & D. Brooks (Eds.), *Neurodevelopmental Disorders* (pp. 19-36). Springer. https://doi.org/10.1007/3-211-31222-6_2

Nicolson, R., Fawcett, A. y Dean, P. (2001a). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences, 24*(9), 508-511. https://doi.org/10.1016/S0166-2236(00)01896-8

Nicolson, R., Fawcett, A. y Dean, P. (2001b). Dyslexia, development and the cerebellum. *Trends in neurosciences, 24*, 515-516. https://doi.org/10.1016/S0166-2236(00)01923-8

Norton, E. S., Beach, S. D. y Gabrieli, J. D. (2015). Neurobiology of dyslexia. *Current Opinion in Neurobiology, 30*, 73-78. https://doi.org/10.1016/j.conb.2014.09.007

Paul, I., Bott, C., Heim, S., Wienbruch, C. y Elbert, T. R. (2006). Phonological but not auditory discrimination is impaired in dyslexia. *European Journal of Neuroscience, 24*(10), 2945-2953. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.05153.x

Paulesu, E., Démonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C. D. y Frith, U. (2001). Dyslexia: cultural diversity and biological unity. *Science (New York, N.Y.), 291*(5511), 2165-2167. https://doi.org/10.1126/science.1057179

Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M., Gallagher, A., Morton, J., Frackowiak, R. S. J. y Frith, C. D. (1996). Is developmental dyslexia a disconnection syndrome?: evidence from PET scanning. *Brain, 119*(1), 143-157. https://doi.org/10.1093/brain/119.1.143

Peterson, R. L. y Pennington, B. F. (2012). Developmental dyslexia. *The Lancet, 379*(9830), 1997-2007. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60198-6

Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E. y Shaywitz, B. A. (2000a). Functional neuroimaging studies of reading and reading disability (developmental dyslexia). *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 6(3), 207-213. https://doi.org/10.1002/1098-2779(2000)6:3<207::AID-MRDD8>3.0.CO;2-P

Pugh, K. R., Mencl, W. E., Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Fulbright, R. K., Constable, R. T., Skudlarski, P., Marchione, K. E., Jenner, A. R., Fletcher, J. M., Liberman, A. M., Shankweiler, D. P., Katz, L., Lacadie, C. y Gore, J. C. (2000b). The angular gyrus in developmental dyslexia: Task-specific differences in functional connectivity within posterior cortex. *Psychological Science, 11*(1), 51-56. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00214

Rae, C., Harasty, J. A., Dzendrowskyj, T. E., Talcott, J. B., Simpson, J. M., Blamire, A. M., Dixon, R. M., Lee, M. A., Thompson, C. H., Styles, P., Richardson, A. J. y Stein, J. F. (2002). Cerebellar morphology in developmental dyslexia. *Neuropsychologia, 40*(8), 1285-1292. https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00216-0

Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 212-218. https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00035-7

Raschle, N. M., Zuk, J. y Gaab, N. (2012). Functional characteristics of developmental dyslexia in left-hemispheric posterior brain regions predate reading onset. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(6), 2156-2161. https://doi.org/10.1073/pnas.1107721109

Rey, V., De Martino, S., Espesser, R. y Habib, M. (2002). Temporal processing and phonological impairment in dyslexia: effect of phoneme lengthening on order judgment of two consonants. *Brain and Language, 80*(3), 576-591. https://doi.org/10.1006/brln.2001.2618

Richlan, F. (2012). Developmental dyslexia: dysfunction of a left hemisphere reading network. *Frontiers in Human Neuroscience, 6*, 120. https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00120

Rumsey, J. M., Andreason, P., Zametkin, A. J., Aquino, T., King, A. C., Hamburger, S. D., Pikus, A., Rapoport, J. L. y Cohen, R. M. (1992). Failure to activate the left temporoparietal cortex in dyslexia: an oxygen 15 positron emission tomographic study. *Archives of Neurology, 49*(5), 527-534. https://doi.org/10.1001/archneur.1992.00530290115020

Rumsey, J. M., Nace, K., Donohue, B., Wise, D., Maisog, J. M. y Andreason, P. (1997). A positron emission tomographic study of impaired word recognition and phonological processing in dyslexic men. *Archives of Neurology, 54*(5), 562-573. https://doi.org/10.1001/archneur.1997.00550170042013

Sandak, R., Mencl, W. E., Frost, S. J. y Pugh, K. R. (2004). The neurobiological basis of skilled and impaired reading: recent findings and new directions. *Scientific Studies of Reading, 8*(3), 273-292. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0803_6

Schlaggar, B. L. y McCandliss, B. D. (2007). Development of neural systems for reading. *Annual Review of Neuroscience, 30*(1), 475-503. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.28.061604.135645

Shankweiler, D., Liberman, I. Y., Mark, L. S., Fowler, C. A. y Fischer, F. W. (1979). The speech code and learning to read. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5*(6), 531-545. https://doi.org/10.1037/0278-7393.5.6.531

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Mencl, W. E., Constable, R. T., Skudlarski, P., Fletcher, J. M., Lyon, G. R. y Gore, J. C. (2001). The neurobiology of dyslexia. *Clinical Neuroscience Research, 1*(4), 291-299. https://doi.org/10.1016/S1566-2772(01)00015-9

Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Constable, R. T., Mencl, W. E., Shankweiler, D. P., Liberman, A. M., Skudlarski, P., Fletcher, J. M., Katz, L., Marchione, K. E., Lacadie, C., Gatenby, C., y Gore, J. C. (1998). Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 95*(5), 2636-2641. https://doi.org/10.1073/pnas.95.5.2636

Shaywitz, S. E. y Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological Psychiatry, 57*(11), 1301-1309. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.01.043

Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Bergman, E. y Papanicolaou, A. C. (2000). Cerebral mechanisms involved in word reading in dyslexic children: a magnetic source imaging approach. *Cerebral Cortex, 10*(8), 809-816. https://doi.org/10.1093/cercor/10.8.809

Snowling, M. J., Hulme, C. y Nation, K. (2020). Defining and understanding dyslexia: past, present and future. *Oxford Review of Education, 46*(4), 501-513. https://doi.org/10.1080/03054985.2020.1765756

Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia, 7*(1), 12-36. https://doi.org/10.1002/dys.186

Stoodley, C. J. (2016). Chapter 9—The role of the cerebellum in developmental dyslexia. En P. Mariën y M. Manto (Eds.), *The Linguistic Cerebellum* (pp. 199-221). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801608-4.00009-8

Stoodley, C. J. y Stein, J. F. (2011). The cerebellum and dyslexia. C*ortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior, 47*(1), 101-116. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2009.10.005

Stoodley, C. J. y Stein, J. F. (2013). Cerebellar function in developmental dyslexia. *The Cerebellum, 12*(2), 267-276. https://doi.org/10.1007/s12311-012-0407-1

Temple, E. (2002). Brain mechanisms in normal and dyslexic readers. *Current Opinion in Neurobiology, 12*(2), 178-183. https://doi.org/10.1016/S0959-4388(02)00303-3

Temple, E., Poldrack, R. A., Salidis, J., Deutsch, G. K., Tallal, P., Merzenich, M. M. y Gabrieli, J. D. (2001). Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: An fMRI *study. Neuroreport, 12*(2), 299-307. https://doi.org/10.1097/00001756-200102120-00024

Treisman, A. M. (1969). Strategies and models of selective attention. *Psychological Review, 76*(3), 282-299. https://doi.org/10.1037/h0027242

Varvara, P., Varuzza, C., Padovano Sorrentino, A. C., Vicari, S. y Menghini, D. (2014). Executive functions in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*. https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00120

Vellutino, F. R. (1981). Dyslexia: theory and research. *British Journal of Educational Studies, 29*(1), 95-96. https://doi.org/10.2307/3120437

Vellutino, F. R. y Fletcher, J. M. (2005). Developmental dyslexia. En *The science of reading: A handbook* (pp. 362-378). Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch19

Wagner, R. K. y Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101(2), 192-212. https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.2.192

Wagner, R. K., Zirps, F. A., Edwards, A. A., Wood, S. G., Joyner, R. E., Becker, B. J., Liu, G. y Beal, B. (2020). The prevalence of dyslexia: a new approach to its estimation. *Journal of Learning Disabilities, 53*(5), 354-365. https://doi.org/10.1177/0022219420920377

Impactos psicológicos del confinamiento y aislamiento social por COVID-19 en preescolares del área de San Salvador

Psychological impacts of confinement and social isolation due to COVID-19 in San Salvador-area preschools

José Rodolfo Pérez[1]
Licenciado en Psicología, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", El Salvador.
Máster en Psicología Clínica y de la Salud, Universidad Europea del Atlántico, España.
Máster en Psicología de la Salud, Universidad Internacional Iberoamericana, México.
Director Ejecutivo e Investigador Asociado del Centro Universitario de Neurociencia (CUN),
del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI)
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
https://orcid.org/0000-0001-8991-6274
jrperez@ufg.edu.sv

1 Nota del autor: esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Universidad Francisco Gavidia, a través del Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación (ICTI). Cualquier comunicación que se desee realizar por motivos de este estudio deberán dirigirse a: jrperez@ufg.edu.sv

RESUMEN

La pandemia por COVID-19, decretada en 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), motivó a diversos países y sus gobiernos a instaurar periodos de cuarentena que involucraban medidas de confinamiento y aislamiento social. Estas acciones implicaron la suspensión de servicios educativos, inclusive los preescolares, los que dejaron de tener interacciones con sus pares y fueron obligados a cambiar sus rutinas de vida. El presente estudio tuvo como objetivo conocer los impactos psicológicos del confinamiento y aislamiento social en preescolares. Se utilizó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental. Se seleccionó una muestra de 10 niños y niñas, divididos en dos grupos de igual proporción; los criterios de inclusión de la muestra para los infantes eran edad preescolar y padecer o no de problemas de conducta. Se solicitó a los padres que constataran el SENA de 3 a 6 años, de la que se obtuvieron las puntuaciones típicas, que representan la variable de medición. Se analizaron puntaciones con el estadístico t-Student y se encontró que los preescolares con problemas de conducta puntuaron estadísticamente más bajo que sus contrapartes sanas en el Índice de Recursos Personales y en la escala de Inteligencia Emocional. Es probable que estos empeoraran en dichas áreas o que fueran deficiencias que se hicieron evidentes a sus padres durante ese periodo. Independientemente, estos participantes, a pesar de sus déficits, lograron evitar el incremento o aparición de nuevas conductas psicopatológicas, generando mayor resiliencia y adoptando estrategias de afrontamiento más funcionales.

Palabras clave: COVID-19, preescolar, confinamiento y aislamiento, impacto psicológico, El Salvador.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic declared in 2020 by the World Health Organization (WHO), motivated several countries and their governments to establish quarantine periods, which involved measures of confinement and social isolation. These actions involved the suspension of educational services, including preschoolers, who stopped having interactions with their peers and were forced to change their life routines. The present study aimed to know the psychological impacts of confinement and social isolation in preschoolers. For this, a quantitative approach with a non-experimental design was used. A sample of 10 boys and girls was selected, divided into two groups of equal proportion.

The inclusion criteria of the sample for infants were to be of preschool age and to suffer or not from behavioral problems. Their parents were asked to verify the SENA from 3 to 6 years old, from which the typical scores were obtained, which represent the measurement variable. These scores were analyzed with the t-Student statistic, and it was found that preschool children with behavior problems scored statistically lower than their healthy counterparts in the Personal Resources Index and in the Emotional Intelligence scale. It is likely that they worsened in these areas or that these deficiencies became apparent to their parents during this period. Regardless, despite their deficits, these participants managed to avoid the increase or appearance of new psychopathological behaviors, generating greater resilience, and adopting more functional coping strategies.

Keywords: *COVID-19, preschool, confinement and isolation, psychological impact, El Salvador.*

Introducción

En el mes de diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, China, fue detectada una enfermedad de etiología desconocida que generaba neumonía y posterior fallecimiento en quienes la padecían. Los primeros pacientes ingresados a los hospitales provenían del mercado de pescado y animales vivos no procesados de la provincia de Hubei, por lo que las autoridades chinas avocaron a esa locación todos sus esfuerzos científicos para conocer sobre la enfermedad, encontrando como causante un virus ajeno al ser humano. Aún se sostiene como hipótesis que, debido a la demanda de carne en el mercado de Hubei, los vendedores comercializaban muchas especies de animales (desde serpientes hasta murciélagos), preparados de muchas formas, sin procesar y en condiciones antihigiénicas, razón por la cual un virus, hasta ese momento desconocido, «saltó» de una especie a otra hasta alcanzar a los humanos en un proceso que se denomina zoonosis. Los científicos también observaron que esta nueva enfermedad poseía una gran facilidad de contagio entre las personas, teniendo parecido con epidemias previas como la del SARS-CoV1 y el MERS en 2003 y 2012 respectivamente. Por último, y después de diferentes investigaciones, se encontró que el patógeno responsable era un coronavirus, al cual denominaron de forma abreviada como COVID-19.

Para el 1 de enero de 2020 a solicitud de la Organización Mundial de la Salud (OMS) el gobierno de China brindó un reporte en el cual expuso que había controlado la epidemia, utilizando las mismas medidas válidas para las infecciones respiratorias graves, y no consideró limitar los viajes internacionales. Para el 11 de marzo de 2020 y ante la rápida expansión de la enfermedad en el mundo, la OMS declaró estado de pandemia y sugirió medidas preventivas más rígidas para controlar la enfermedad (OMS, 2020).

En El Salvador las medidas para aplacar el avance del COVID-19 se tomaron desde el 23 de enero de 2020 en donde el Ministerio de Salud por decreto declaró emergencia en todo el territorio nacional; posteriormente, el 11 de marzo de 2020 por decreto Ejecutivo se declaró cuarentena domiciliar por 30 días en todo el territorio nacional; entre el 14 al 31 de marzo tanto la Asamblea Legislativa como otros órganos de Estado emplearon decretos que restringían derechos constitucionales básicos en pro de resguardar la salud de la población. Dentro de estos se encontraba la suspensión de clases presenciales para todo el sistema educativo, desde preescolar hasta la educación superior universitaria, obligando a las instituciones a reinventarse para atender las

necesidades curriculares de sus estudiantes de forma 100 % virtual (FundaUngo, 2021). No existió una fecha específica en aquel momento que indicara a las instituciones educativas privadas el reanudar las clases en modalidad *online*, así como tampoco existió una plataforma de *streamming* o cualquier tipo de LMS (*Learning Managment System*) para impartir y evaluar los conocimientos, este fue un proceso que llevó a cabo cada institución, no existiendo estandarización en el mismo. En el sistema nacional se utilizó una misma plataforma y se reanudaron de forma virtual las clases.

En relación con lo anterior, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2021a) revelan que la pandemia por COVID-19 afectó la vida de alrededor de 1.6 billones de escolares de más de 190 países. Esta organización también ha reportado (UNESCO, 2021c) que durante el 2020 se perdió un promedio de dos tercios del año escolar debido a las medidas de confinamiento y aislamiento por COVID-19. Estas medidas afectaron directamente los estilos de vida de 93 millones de niños en educación infantil y preescolar en más de 30 países en el mundo (UNESCO, 2021b).

No obstante, aunque no existieran estándares sobre cómo proceder con la continuidad pedagógica de los escolares en modalidad virtual, siempre existen beneficios en cualquier forma de proseguir con la vida escolar y su interacción social. Los resultados de una investigación (Stites *et al*., 2021) en padres estadounidense durante el periodo de cuarentena por COVID-19 revelaron que el 36.4 % estaban preocupados por el desarrollo socioemocional de sus hijos preescolares, por la pérdida de actividades debido a las medidas de confinamiento y aislamiento social. Sin embargo, los padres percibieron que mantener una interacción social con otros niños a distancia, por medio de las clases virtuales, era beneficioso para sus hijos, asociado a esto los padres compartían más tiempo con ellos, lo que les facilitó emocionalmente el encierro por la cuarentena.

En este sentido, queda clara la importancia que tiene la interacción social entre niños y niñas en edades preescolares que forma parte de las actividades en las guarderías, colegios, etc. Este periodo de vida y de interacción social se trata del primer paso fuera del hogar y de adaptación hacia un modelo educativo formal, el nivel preescolar tiene un lugar significativo en el proceso vital. La educación preescolar no solamente constituye la base de la educación que las personas recibirán a lo largo de su vida, sino que trasciende al formar parte de las primeras experiencias que fundamentarán el desarrollo socioemocional y cognitivo de los niños y niñas (Hammer *et al*., 2018).

El período preescolar comprende edades entre el nacimiento del niño o niña y la edad de 6 años. La educación preescolar es bastante heterogénea de definir, consta desde guarderías en donde se proyecta el cuidado de los niños y niñas mientras los padres están ausentes, hasta a instituciones más formales, orientadas a objetivos educativos de forma que sirva de transición entre la casa y la escuela; sin embargo, en términos generales lo que se denomina como preescolar es un entorno de comportamientos importantes para los niños, un escenario para experimentar en cuanto al desarrollo social, emocional, del lenguaje, cognitivo y académico, entre pares; en resumen, todo un sistema ecológico-conductual (Smith *et al*., 1980).

En perspectiva, la edad preescolar sería aquella donde los niños desarrollan rápido sus habilidades sociales, cognitivas y emocionales acompañados por las instituciones escolares que les acogen. Durante esta etapa de la vida, factores ambientales como la familia y la escuela configuran fuertemente el (neuro) desarrollo de niños y niñas y sus efectos trascenderán hasta la adultez, de aquí la importancia de la privación de estos componentes en la vida de los preescolares. En tal sentido, es evidente que la cuarentena por COVID-19, y todas las restricciones sociales, han alterado los estilos de vida y otras dinámicas sociales y familiares alrededor de los preescolares. Es válido considerar que existan efectos negativos en la salud mental o en su desarrollo que probablemente no existían antes de la crisis sanitaria, que debería motivar una investigación, pues ha sido una situación excepcional, abrupta y prolongada.

Un estudio (Wang *et al*., 2020) realizado con población adulta (n=1210) en China, al inicio de la pandemia por COVID-19, y la implementación de las medidas sociales de bioseguridad, encontró que el 53.8 % de los encuestados reportaban haber sufrido efectos psicológicos negativos entre moderados y severos y las restricciones sociales implementadas. Además, 13.8 % de los encuestados informaron padecer depresión leve, 12.2 % moderada y 4.3 % grave o severa durante ese tiempo y condiciones. También, un 7.5 % de los encuestados reportó sufrir ansiedad leve, 20.4 % ansiedad moderada y 8.4 % severa y extremadamente severa; por último, un 24.1 % informó padecer estrés leve, 5.5 % moderado y 2.6 % estrés severo y extremadamente severo durante la crisis sanitaria y sus medidas sociales restrictivas. En otra investigación similar (Pandey *et al*., 2020) realizada en 1395 adultos entre los 18 y 73 años durante 21 días de confinamiento en India, impuestos por el gobierno, se encontró que el 30.5 % reportó sentirse deprimidos, un 22.4 % informó sentirse ansiosos, 10.8 % estresados, siendo este último ente leve y moderado. No obstante, algunos informaron estar

padeciendo depresión severa (1.7 %) y ansiedad (2.2 %), solo 0.7 % informó síntomas de ansiedad severa; finalmente, se tomaron mediciones cada semana mientras duró la cuarentena domiciliar obligatoria, encontrando una incidencia estadísticamente mayor en depresión, ansiedad y estrés que al inicio de la crisis (depresión 37.8 %, ansiedad 26.6 %, estrés 12.2 % $p<0.001$).

El primer estudio internacional con población europea que investigó los efectos de las condiciones de encierro y aislamiento social ocasionados por la pandemia por COVID-19, y problemas emocionales y conductuales en niños y adolescentes entre 1 y 19 años de edad, encontró que entre el 15.3 % y el 43 % de los participantes (n=5823) reportaron la aparición o incremento de problemas emocionales y conductuales; en específico, los preescolares de 1 a 6 años de edad que conforman 2726 participantes de la muestra total, manifestaron ansiedad (4.7 %), problemas del estado de ánimo (7.8 %) y conductas oposicionistas desafiantes (9.9 %) como resultado de las condiciones sociales y familiares que propició la pandemia (Schmidt *et al*., 2021). En otro estudio similar (Glynn *et al*., 2021) llevado a cabo con 169 preescolares se encontró que desde el inicio de la pandemia por COVID-19 los niños y niñas presentaron aumentos (entre 18.9-47.9 %, μ=32.8 %) en rabietas, pelea con otros niños, conducta oposicionista, aislamiento y desobediencia. Además, la madres de estos niños y niñas completaron el Cuestionario de Sentimientos de Preescolares, que facilita identificar a los niños y niñas con riesgo de padecer depresión, el Cuestionario de Rutinas Familiares y la Escala de Estudios de Depresión, a los que después de realizar una correlación bivariado de las puntuaciones reportadas, indican una asociación significativa entre pocas rutinas familiares y síntomas depresivos en los niños y niñas ($r=-.027$, $p < 0.05$); en algunos casos, estos resultados se observaron acompañados de síntomas depresivos por parte de sus madres ($r= 0.40$, $p < 0.01$) lo que generaba un empeoramiento en los estados emocionales de los preescolares.

Otro estudio internacional (Orgilés *et al*., 2020) con 1,143 padres de niños y niñas españoles e italianos entre los 3 y los 18 años durante el inicio de la cuarentena por COVID-19, encontró que el 85.7 % de los padres percibieron cambios en el estado emocional y los comportamientos de sus hijos durante la crisis sanitaria y sus medidas de bioseguridad social; los síntomas psicológico-emocionales más frecuentemente reportados por los padres fueron dificultad para concentrarse (76.6 %), aburrimiento (52 %), irritabilidad (39 %), inquietud (38.8 %), nerviosismo (38 %), sentimientos de soledad (31.3 %) y preocupación generalizada (30.1 %); los padres de la muestra española

reportaron más síntomas que los italianos. En esta misma línea, otro estudio llevado a cabo a 1,480 niños y adolescentes entre los 3 y los 18 años en Italia, España y Portugal, encontró, a partir del reporte de los padres, que un tercio de los niños se mostraron más ansiosos e inquietos y más del 40 % irritables; todos los niños manifestaron cambios en el estado de ánimo, el sueño y el comportamiento (Francisco *et al*., 2020).

Resultados análogos fueron encontrados en un estudio en Bangladesh (Yeasmin *et al*., 2020), en donde se encuestó a 384 padres de niños entre los 5 y los 15 años, los cuales reportaron que el 43 % de los niños tenía trastornos de salud mental aunque no clínicamente significativos (subumbral), (depresión μ=2.8, ansiedad μ=2 y trastorno del sueño μ=1); el 30.5 % manifestó trastornos leves (depresión μ=8.9, ansiedad μ =4.9 y trastorno del sueño μ=3); el 19.3% presentó alteraciones moderadas (depresión μ =15.9, ansiedad μ =9.2 y sueño μ=6) y el 7.2 % padecía alteraciones graves (depresión media μ=25.2, ansiedad μ=13.4 y trastorno del sueño μ=8); se agruparon las puntuaciones de los niños en cuatro grupos: subumbral, alteración leve, moderada y grave, encontrando diferencias significativas en las puntuaciones de depresión, ansiedad y trastornos del sueño entre los cuatro grupos utilizando la prueba de Chi-cuadrado. En este mismo orden de ideas, un estudio comparativo con niños y niñas italianos, españoles y portugueses de entre 3 y 18 años, durante el confinamiento por COVID-19, encuestó a los padres de estos, los cuales reportaron que 38.1 % de los niños y niñas presentaron síntomas de ansiedad y 19 % de depresión durante la aplicación de las medidas sociales restrictivas; además, el análisis comparativo con Chi-cuadrado ($\chi 2 = 26.56$, $p < 0.001$, V de Cramer = 0.22) reveló que los niños y niñas españoles (56 %) puntuaron más sobre el punto de corte que sus contrapartes italianas (34.1 %) y portuguesas (8.5 %) en la escala de ansiedad, sucediendo el mismo fenómeno con la escala de depresión ($\chi 2 = 13.40$, $p \leq 0.001$, V de Cramer = 0.16), en donde los niños y niñas españoles puntúan más alto (26.4 %) que sus contrapartes italianas (19.8 %) y portuguesas (26.5 %), (Orgilés *et al*., 2021).

Otra investigación, realizada en Australia, encontró que durante el tiempo de confinamiento y la aplicación de recomendaciones sanitarias para evitar el contagio por COVID-19, los preescolares entre los 3 y 5 años de edad desarrollaron a nivel cognitivo un incremento de temores generalizados, probablemente asociado a ideas de vulnerabilidad, ideas equivocadas sobre los riesgos de transmisión del virus, además, desarrollaron preocupaciones que los cambios de estilo de vida necesarios en aquel momento (visitar a los abuelos, asistir a la escuela), fueran permanentes; a

nivel conductual incrementaron las conductas agresivas, insomnio, dificultad en la regulación de emociones, ansiedad por separación y regresiones de hitos previamente alcanzados (dejar de utilizar el baño); por último, los preescolares mostraron tendencias de juego y dibujo relacionados a la reproducción ilustrada o dramática del aislamiento social, hospitalizaciones y muertes a causa del virus y sus preocupaciones de contagio (Vasileva *et al*., 2021).

De forma similar, se llevó a cabo una investigación (Arslan *et al*., 2021) en Turquía en donde se entrevistó a padres de niños preescolares (n=287) ente los 3 y 6 años encontrando que, durante el tiempo de confinamiento, los niños y niñas participaban en más actividades familiares, aunque incluían tópicos relativos a los virus, el contagio, entre otros, a la vez que aumentaron los comportamientos introvertidos y agresivos. Asimismo, el tiempo en pantalla (*tablet* o *smartphone*) se prolongó debido a la necesidad por la clases *online* y por las restricciones de actividades al aire libre. Además, aunque los padres no reportaron cambios clínicamente significativos en el juego de los niños, si notaron que giraban en torno a ansiedades respecto a la pandemia, enfermedades, virus, entre otros, a esto se adicionó la adopción repetitiva de juego de roles con personajes como médicos, enfermeros y otros trabajadores de salud.

Lo anterior corresponde con un estudio llevado a cabo por Loades *et al*. (2020), quienes posterior a realizar una revisión de investigaciones relacionadas con la salud mental de niños, niñas y adolescentes frente al aislamiento y soledad ocasionadas por las medidas restrictivas sanitarias implementadas por el COVID-19, halló que este tipo de medidas conducen a los niños y niñas a un aumento en los niveles de estrés, similares a los experimentados en el trastorno de estrés postraumático; además, evidencian síntomas depresivos, ansiedad, apegos inseguros e incluso irritabilidad y miedo durante ese periodo.

Desde otra perspectiva y sumando a la comprensión de los efectos psicológicos por las medidas sanitarias por COVID-19 en niños y niñas de edad preescolar, se realizó un estudio comparativo (Cantiani *et al*., 2021) en donde se investigó los efectos del confinamiento en niños y niñas italianos con un neurodesarrollo sano frente a otros con Trastorno del Espectro Autista (TEA) o con cualquier otro problema del neurodesarrollo: se descubrió que los problemas emocionales y conductuales producto del aislamiento y confinamiento social no fueron más pronunciados para estos últimos, por lo que los efectos psicológicos producto del encierro por

COVID-19 afectan a todos los niños de forma muy similar. Sin embargo, encontró que la preexistencia de problemas conductuales y emocionales son un factor predictivo si se trata de un incremento de estos ante situaciones estresantes y vulnerabilidad, como las sucedidas durante la pandemia. Otra investigación similar (Amorim *et al*., 2020) llevada a cabo con 43 padres de niños y niñas diagnosticados con TEA en Portugal, encontró, a partir de lo reportado por lo progenitores, que los niños con TEA mostraron cambios negativos en su comportamiento a causa del confinamiento social por las medidas de bioseguridad: en su mayoría presentaron aumentos en la ansiedad, irritabilidad, conductas obsesivas, hostilidad y compulsividad con respecto a los controles sanos (n=56); además, se destacó que el mantenimiento de rutinas durante este periodo mitigaba los efectos negativos del aislamiento.

Aunque, realizado con otro tipo de población clínica, los efectos del confinamiento y cuarentena por COVID-19 son similares, de aquí que un estudio (Zhang *et al*., 2020) realizado a 241 padres de niños y niñas diagnosticados con Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) trató de conocer los efectos del confinamiento y aislamiento social durante el brote por COVID-19 en China: se halló en los reportes de los padres que tuvieron una agudización de las conductas de TDAH durante el confinamiento, también, relación entre el estrés agudo manifestado por los infantes, las horas de estudio y estado emocional de sus padres como predictores del aumento de las conductas clínicas.

Los resultados de las investigaciones demuestran ser bastante ricos y heterogéneos; sin embargo, tienen dos denominadores comunes. Las condiciones de cuarentena poseen efectos adversos tanto en niños sanos en aquellos con problemas conductuales-emocionales o del neurodesarrollo, siendo estos últimos más vulnerables en el empeoramiento de sus síntomas o conductas disruptivas. Además, no solamente existen empeoramientos conductuales o emocionales en los preescolares durante el confinamiento y aislamiento, debido a la cuarentena por COVID-19, sino que están cambiando sus percepciones del mundo que les rodea, en ocasiones para comprender lo que sucede o, por el contrario, demuestran dificultades para procesar emocionalmente lo que experimentan. En relación con esto, un estudio (Idoiaga *et al*., 2020), en una población española, consistió en conocer las representaciones sociales sobre el COVID-19 y el confinamiento en niños y niñas preescolares, encontrando que en los infantes entre los 2 y 5 años percibían el coronavirus como un enemigo que se derrotaba quedándose en casa. Sin embargo, los niños y niñas han sentido miedo,

nerviosismo y tristeza, creada por la crisis de salud, a la vez que experimentan otras emociones conflictivas como sentirse aburridos, abrumados e incluso enojados por quedarse en casa sin poder salir, y felices por pasar en casa con su familia.

En retrospectiva, se puede observar como el contexto escolar y, principalmente, el familiar y su dinámica, tienen un rol importante en los preescolares, ejerciendo una fuerte influencia en sus estilos de vida y salud mental, mismos que pueden verse alterados por episodios críticos, como la emergencia sanitaria que ocasionó el COVID-19 durante el 2020.

Lo descrito anteriormente se evidencia en una publicación (Daks *et al*., 2020) que combinó la teoría conductual contextual, la teoría de los sistemas familiares y la flexibilidad cognitiva en padres estadounidenses (n=742) y los impactos de la pandemia por COVID-19. Este estudio encontró que la flexibilidad cognitiva de los padres afecta el sistema ecológico familiar y ocasiona síntomas negativos en todos los miembros del mismo, incluyéndoles, quienes pueden llegar a generar estrés crónico; mientras que en los niños afectados, se generan sentimientos de angustia y depresión, principalmente presentando problemas de atención y agresividad; en tanto, una mayor flexibilidad cognitiva de los padres se relacionó con un funcionamiento familiar que genera bienestar a sus miembros y que sirve de referencia como un modelo de resiliencia ante las dificultades vitales.

De forma similar sucedió en otra investigación (Gassman-Pines *et al*., 2020) que evaluó el bienestar psicológico de las familias (n=561) en relación con los efectos de las restricciones sanitarias antes y después de la pandemia por COVID-19. Se demostró que previo a dichas medidas, el número de padres laborando disminuyó significativamente de 67.9 % a 43.8 % ($p < .001$), generando igualmente una disminución del bienestar psicológico en los padres (depresión, baja calidad de sueño) que influyó en la manifestación de dificultades conductuales en sus hijos e hijas menores de 5 años, falta de cooperación y estados de preocupación recurrente.

Las consecuencias de los cambios en las dinámicas familiares son heterogéneas y pueden convertirse en verdaderos peligros para los preescolares y otros miembros vulnerables de las familias. La pandemia por COVID-19 llevó a muchas familias a niveles de tensión y desestructuración similar a las ocurridas en otros tipos de desastres o guerras. Una investigación en Estados Unidos (Lawson *et al.*, 2020)

confirmó que al menos el 89 % de niños y niñas de las familias que participaron en el estudio (n=342), fueron víctimas de maltrato durante el periodo de confinamiento (X (12) = 218.9, p < .001); además, la pérdida del trabajo de los padres (B=1.58, SE= .72, p =.03), sintomatología parental depresiva (B=0.05, SE = .02, p < .01), historia parental de maltrato (B = 4.72, SE = .70, p < .001) y género infantil (B = .74, SE = .32, p = 0.02) fueron elementos predictivos del maltrato infantil durante el confinamiento por COVID-19.

Son muchos los efectos en los preescolares que se conocen sobre el confinamiento y aislamiento social por la cuarentena ocasionada por COVD-19, desde los internalizados hasta los provenientes del sistema familiar y su dinámica. Esto genera interrogantes: ¿es necesario realizar una investigación similar en el contexto salvadoreño? y ¿qué podría aportar un estudio como este al conjunto de hallazgos que ya existen? En primer lugar, los hallazgos de otras investigaciones no están completos, guardan limitantes y se han realizado en poblaciones extranjeras, que, aunque eso no les resta en lo absoluto importancia, sus intentos de generalización no son 100 % equiparables a nuestra realidad social, familiar e individual. Por tanto, se convierte en una necesidad investigar para conocer los efectos que ha tenido el confinamiento y aislamiento por COVID-19 en los niños preescolares salvadoreños. Específicamente, un estudio comparativo que pueda contrastar mediciones en pacientes con dificultades conductuales y sus contrapartes sanas, esto a partir de la aplicación de pruebas psicométricas estandarizadas a sus padres. En otras palabras, la pregunta es: ¿existe relación entre las medidas restrictivas de confinamiento y aislamiento social por la cuarentena por COVID-19 de 2020, en la aparición o aumento de conductas psicopatológicas en preescolares con problemas conductuales previamente diagnosticados? Por tanto, el objetivo principal de este estudio es: demostrar que el confinamiento y aislamiento social por la cuarentena por COVID-19 impactó psicológicamente a los niños y niñas con problemas de conducta.

Por ende, se considerarán problemas conductuales a aquellas condiciones contempladas en la Escala SENA, que se pueden dividir en: problemas interiorizados (depresión, ansiedad, ansiedad social y quejas somáticas) y externalizados (problemas de atención, hiperactividad-impulsividad, problemas de control de la ira, agresión y conducta desafiante).

Esta sería la primera investigación que utilizando pruebas psicométricas estandarizadas exploraría la manifestación del fenómeno en el contexto nacional,

sirviendo de base para futuras investigaciones e intervenciones que ayuden a evitar los efectos de la pandemia y sus restricciones en los niños y niñas de edad preescolar. Por último, realizar este tipo de estudio responde a la necesidad científica de conocer los efectos y mecanismo asociados a los problemas conductuales y emocionales manifestados por los escolares durante la crisis por COVID-19 y plantear proyectos sanitarios de intervención y prevención.

Método

Diseño

Por lo anteriormente expuesto sobre los efectos del confinamiento y aislamiento por la pandemia por COVID-19 de 2020 que afectó a los preescolares, específicamente, generando problemas psicológicos que antes no existían o bien exacerbando los mismos, este estudio se realizó utilizando como instrumento de medición el Sistema de Evaluación de Niños y Adolescentes (SENA Infantil Familia de 3 a 6 años); un formulario de autoinforme cumplimentado por los padres, con el propósito de encontrar la relación existente entre las dos variables mencionadas. Muchos niños y niñas preescolares han sufrido la aparición o exacerbación de síntomas clínicos a nivel cognitivo, emocional y conductual, relacionado con las medidas tomadas por los gobiernos y familias a causa de la crisis sanitaria por COVID-19 en 2020.

En tal sentido, el diseño metodológico más apropiado para la medición y análisis de las variables propuestas por este estudio es: diseño no experimental transaccional correlacional-causal (Hernández-Sampieri *et al*., 2006). Este tipo de diseño de investigación responde a la naturaleza de las variables de estudio, pues no es posible una manipulación completa de las mismas, además la forma de obtención de la muestra poblacional, así como el control de otras variables señaladas como intervinientes es menos rigurosa y, en el caso de la muestra, es intencionada, es decir, el experimentador selecciona los participantes de forma no probabilística, según criterios que en su saber son importantes para llevar adecuadamente el estudio. Es transaccional, pues la toma de mediciones se lleva a cabo en una sección específica del tiempo de la investigación, es una toma única que involucra a todos los participantes, siendo el experimentador el que considera el momento y lugar para realizar las mediciones, siempre resguardando la rigurosidad científica que se permita. Por último, se considera que este estudio es correlacional-causal, pues los resultados obtenidos, aunque cuantificables no podrán

ser atribuidos contundentemente a una variable lo suficientemente específica como para asegurar causalidad, debido a que la investigación carece de una muestra probabilística y rigurosidad en el control y manipulación de las variables de estudio, relacionados con los sujetos de estudio como otras consideradas intervinientes. Se limita a describir la relación que existe entre las medidas restrictivas de confinamiento y aislamiento social y los incrementos o aparición de conductas psicopatológicas medidas a través del SENA completado por uno de los padres de los preescolares, usualmente el que convive con este por más tiempo. Empero, esto no resta credibilidad ni validez a los hallazgos, solamente demuestra creatividad científica, pues considera sabiamente que no todos los fenómenos, por fascinantes que parezcan, puedan replicarse en un laboratorio, siendo esta flexibilidad una característica apropiada de la ciencia que estudia la naturaleza psicológica del ser humano.

Ante las consideraciones anteriores y en el espíritu de investigar los efectos psicológicos de la pandemia en niños preescolares, las variables que constituyen el objeto de estudio se dividen en independiente y dependiente, siendo la primera aquella que es controlada por el investigador. En este caso, por las características del fenómeno de medición, la variable independiente no puede ser manipulada ni aplicada a los participantes, sin embargo, se puede encontrar en los sujetos como una propiedad inherente a estos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Por tanto, en este orden de ideas, la variable independiente de este experimento posee dos niveles y un nivel para su variable dependiente.

Variable independiente:

Nivel 1: padres de preescolares niños y niñas que experimentaron confinamiento y aislamiento social por la cuarentena por COVID-19, cuyos hijos e hijas padecen problemas conductuales y que reportan un empeoramiento conductual en estos.

Nivel 2: padres de preescolares niños y niñas que experimentaron confinamiento y aislamiento social por la cuarentena por COVID-19, cuyos hijos e hijas no padecen problemas conductuales pero que reportan la aparición de problemas conductuales en estos.

Variable dependiente: puntuaciones T críticas en la prueba SENA Infantil Familia de 3 a 6 años.

Por lo tanto, los grupos de la investigación se dividen en experimental y control. El experimental es aquel grupo compuesto por los padres y preescolares que sintieron las restricciones sociales de las crisis sanitarias (cuarentena domiciliar), y donde los infantes han sido previamente diagnosticados con problemas conductuales. Para efectos de este estudio y considerando el acceso a los participantes de la muestra, se consideran los problemas conductuales diagnosticados en los pacientes niños y niñas, aquellos conceptualizados como interiorizados y externalizados. El grupo control es su contraparte, compuesto por los padres de niños que tuvieron similares experiencias de vida debido a la cuarentena domiciliar, pero que sus hijos e hijas preescolares no poseen dificultades conductuales diagnosticadas. Es imperativo aclarar que la recepción de datos y puntuaciones se realizó a partir de la aplicación del SENA a uno de los padres, el que compartía más tiempo con el niño o niña.

Participantes

La muestra para esta investigación es no probabilística, de acuerdo con esto, no se utilizan ecuaciones para la selección de los participantes; sin embargo, se considera que los sujetos experimentales deben poseer un mínimo de criterios que los convierte en participantes seleccionables, aunque siempre queda a criterio experto del investigador la selección última. Los criterios de inclusión y exclusión que deben reunir los participantes para ser de la muestra experimental son los siguientes:

a. Padres entre los 18 y 35 años.
b. Padres sin antecedentes de problemas psicológicos durante el último año.
c. Estado civil indistinto.
d. Nivel académico de los padres: mínimo 10 años de estudios académicos.
e. Niños y niñas de edad entre los 3 y 6 años.
f. Niños y niñas con al menos un 1 desde que se recibió diagnóstico de algún problema conductual: depresión, ansiedad, ansiedad social, quejas somáticas, problemas de atención, hiperactividad-impulsividad, problemas de control de la ira, agresión y conductas desafiantes.
g. Niños y niñas sin diagnóstico de trastornos del neurodesarrollo.
h. No haber experimentado síntomas psicóticos o episodios de epilepsia.
i. Encontrarse en tratamiento psicofarmacológico (solamente si se le ha prescrito).
j. Padres no deben poseer historial de abuso de sustancias.
k. Padres no deben poseer enfermedades físicas crónicas.

En cuanto al grupo control, los sujetos que no presentan problemas conductuales-emocionales, deben cumplir con los siguientes criterios para ser parte de una muestra control:

a. Padres entre los 18 y 35 años.
b. Padres sin antecedentes de problemas psicológicos durante el último año.
c. Estado civil indistinto.
d. Nivel académico: mínimo 10 años de estudios académicos.
e. Niños y niñas entre los 3 y 6 años.
f. Niños y niñas sin diagnóstico por problema de conductas o trastornos del neurodesarrollo.
g. No haber experimentado síntomas psicóticos o episodios de epilepsia.
h. No encontrarse en tratamiento psicofarmacológico.
i. Padres no deben poseer historial de abuso de sustancias.
j. Padres no deben poseer enfermedades físicas crónicas.

Como criterio general, por cada preescolar se seleccionará únicamente a uno de los padres, quien reporte un mayor número de horas de compañía con el niño. Se elegirán 5 padres y 1 niño o niña por cada uno de ellos, que manifiestan problemas de conducta/emocionales y 5 padres y 1 niño o niña por cada 1 sin ninguna manifestación clínica. Se tratará de equilibrar el sexo de los niños en proporción 3 niños y 2 niñas por cada grupo de participantes. La técnica para la selección de participantes se realizará por muestreo por bola de nieve. Este tipo de técnica de muestreo no probabilístico consiste en apoyarse en el criterio de los participantes para referir a otros que consideren cumplan los requisitos de selección y así formar parte del estudio.

Instrumentos

Para llevar a cabo el estudio se realizaron las mediciones a través del Sistema de Evaluación para Niños y Adolescentes (SENA) de TEA Ediciones, el cual es un instrumento que evalúa un amplio espectro de problemas emocionales y de conducta. Este dispone de 3 niveles diferentes de la persona evaluada: infantil de 3 a 6 años; primaria de 6 a 12 años; secundaria de 12 a 18 años. La prueba evalúa desde los 3 a los 18 años. Estos niveles se dividen según a quien se le aplica: familia (padres), escuela (profesores) y autoinforme (evaluado). Solamente para el nivel infantil existen los niveles de familia y escuela. Todas las puntuaciones se expresan en T con baremos por edad. Además, se utilizó el Inventario de Depresión de Beck y el Inventario de Ansiedad de Beck para evaluar a los padres y poder descartar cualquier síntoma clínico ocurrido durante los últimos tres meses.

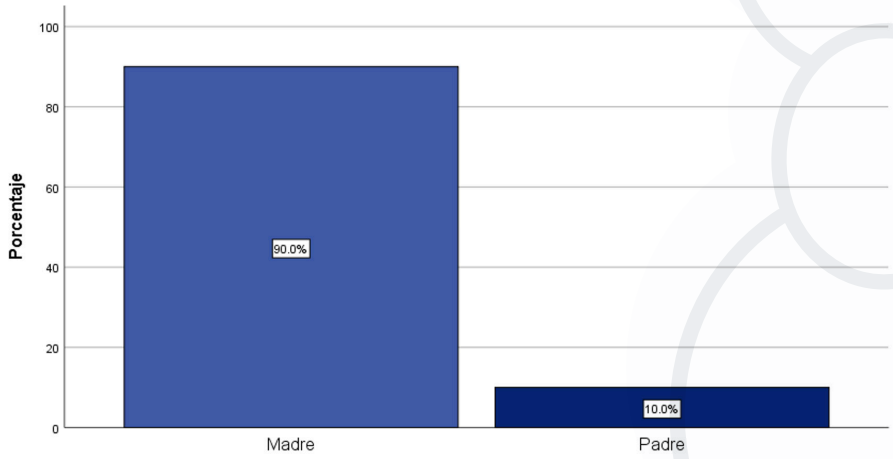
Por último, se aplicó una breve encuesta a los padres, para conocer su opinión respecto a los posibles cambios conductuales que pudieron haber observado o no en sus hijos durante el periodo de crisis sanitaria y relacionar la información.

Resultados

Para el estudio se contó con la participación de 10 padres de familia con hijos en edad preescolar, quienes completaron el cuestionario SENA Infantil Familia de 3 a 6 años. El 90 % de los informadores fueron las madres y solo 10 % los padres, tal como se muestra en la Figura 1. No hubo informadores cuya relación con los niños fueran: abuelos, cuidadores o tutores legales.

Figura 1

Porcentaje de informadores que completaron el cuestionario.

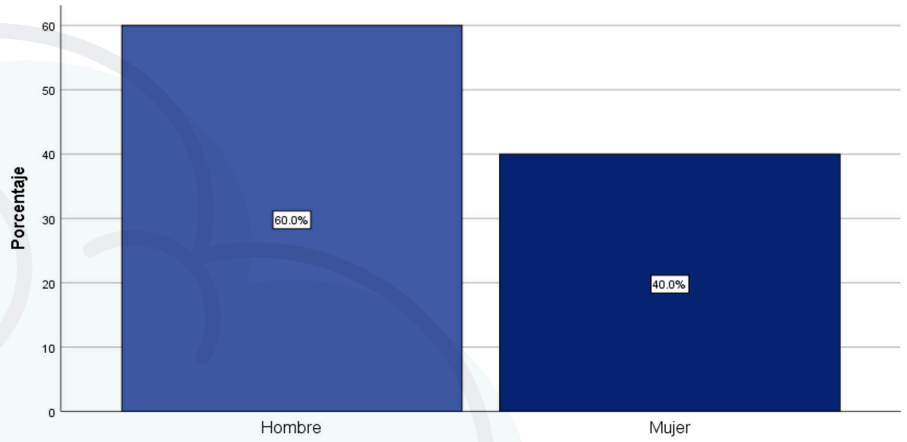


Nota: porcentajes con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los niños y niñas, los padres reportaron una participación total de 4 niñas y 6 niños. Los niños representan un total de 60 % y las niñas y 40 % de la muestra, como se observa en la Figura 2. La edad de los niños y niñas oscilaba entre los 4 y los 6 años de edad, específicamente el 80 % de la muestra poseía 4 años y solo un 20 % tenían 6 años de edad (véase Figura 3).

Figura 2

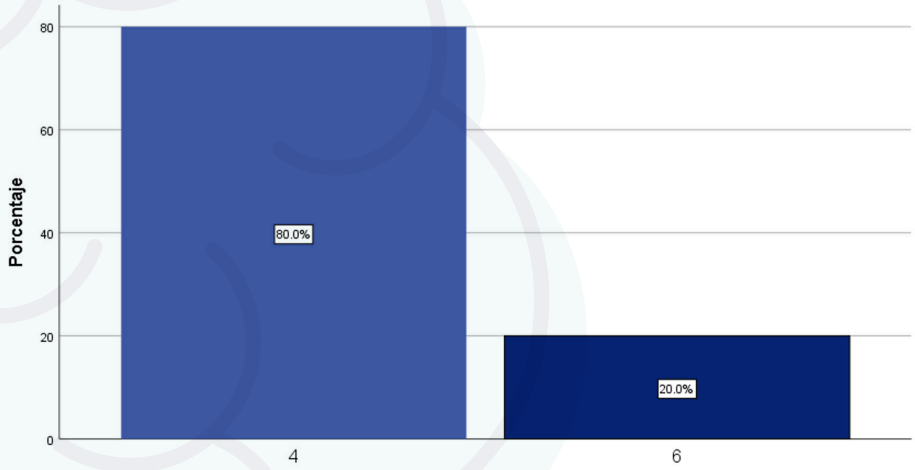
Porcentaje de niños y niñas que participaron en el estudio.



Nota: en total 6 niños y 4 niñas para un total de 10 participantes.
Fuente: elaboración propia.

Figura 3

Porcentaje de edad de los niños y niñas participantes del estudio.



Nota: porcentaje de edad en años cumplidos.
Fuente: elaboración propia.

Los infantes se distribuyeron proporcionalmente a los grupos experimental y control de la siguiente manera: 2 niñas y 3 niños para cada uno, para un total de 10 participantes. Para pertenecer al grupo experimental era necesario que los padres reportaran que sus hijos habían sido diagnosticados con algún problema conductual anteriormente mencionados.

Se presenta en la Tabla 1 la distribución de los niños y niñas según su edad y pertenencia al grupo experimental o control; se observa que el grupo experimental está conformado por 2 niños de 6 años y 1 de 4 años de edad respectivamente, las niñas son 2 y tienen 4 años. No es este el caso del grupo control en el cual todos los niños y niñas tienen 4 años de edad.

Tabla 1

Distribución y frecuencia de niños y niñas a grupo experimental y control en función del sexo y edad.

			Edad del niño/a		Total
			4	6	
Si	Sexo del niño/a	Hombre	1	2	3
		Mujer	2	0	2
	Total		**3**	**2**	**5**
No	Sexo del niño/a	Hombre	3		3
		Mujer	2		2
	Total		**5**		**5**

Nota: se utiliza de referencia la necesidad de un diagnóstico psicológico para pertenecer al grupo experimental o no.
Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los diagnósticos presentados por los niños y niñas pertenecientes al grupo experimental, solamente 2 niños de 6 años y 1 de 4 años de edad presentan hiperactividad; en las niñas del mismo grupo, 1 presenta ansiedad y una problemas de atención, para un total de 5 infantes experimentales. Los niños del grupo control no reportan problemas conductuales diagnosticados según sus padres.

Tabla 2

Distribución y frecuencia de niños y niñas según edad y diagnóstico psicológico reportado por los padres.

Edad del niño/a			Diagnóstico psicológico				Total
			Ninguno	Ansiedad	Hiperactividad	Problemas de atención	
4	Sexo del niño/a	Hombre	3	0	1	0	4
		Mujer	2	1	0	1	4
	Total		**5**	**1**	**1**	**1**	**8**

Edad del niño/a			Diagnóstico psicológico				Total
			Ninguno	Ansiedad	Hiperactividad	Problemas de atención	
6	Sexo del niño/a	Hombre			2		2
	Total			**2**		**2**	

Nota: solamente 2 niños poseen 6 años a la edad del estudio y pertenecen al grupo experimental.
Fuente: elaboración propia.

Para el análisis inferencial de cada una de las poblaciones, la prueba de Levene para los grupos control y experimental asume igualdad en la varianza de la muestra para las puntuaciones índices globales de la prueba SENA Infantil Familia de 3 a 6 años. La comparación de medias *t*-Student para muestras independientes no presenta diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de la escala GLO (t=-1.01, p=0.33), EMO (t=1.05. p=0.32), CON (t=0.93, p=0.37), EJE (t=0.55, p=0.59); los participantes experimentales (μ=57.80, σ=14.95; μ=58.60, σ=20.08; μ=51.00, σ=10.95; μ=61.60, σ=14.32) obtienen puntuaciones similares que los controles sanos (μ=50.20, σ=7.43; μ=49.00, σ=3.08; μ=45.80, σ=5.89; μ=57.40, σ=9.07) en cada medición respectivamente. Existen diferencias estadísticamente significativas en el Índice REC (t=-3.77, p=0.005), los participantes experimentales (μ=31.40, σ=6.87) poseen menores recursos personales que los controles sanos (μ=50.60, σ=9.04), para ambas descripciones (véase Tablas 3 y 4).

Tabla 3

Media y desviación estándar de los índices globales para cada grupo de participantes.

Ha recibido alguna vez un diagnóstico psicológico o neurológico		N	Media	Desviación
Índice global de problemas (GLO)	Si	5	57.80	14.957
	No	5	50.20	7.430
Índice de problemas emocionales (EMO)	Si	5	58.60	20.082
	No	5	49.00	3.082
Índice de problemas conductuales (CON)	Si	5	51.00	10.954
	No	5	45.80	5.891
Índice de problemas en las funciones ejecutivas (EJE)	Si	5	61.60	14.328
	No	5	57.40	9.072
Índice de recursos personales (REC)	Si	5	31.40	6.877
	No	5	50.60	9.044

Nota: la distribución se realiza en función del criterio de inclusión para cada grupo de participantes.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 4

Prueba t-Student de los índices globales para cada grupo de participantes.

Escalas	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)
Índice global de problemas (GLO)	6.045	.061	1.018	8	.339
Índice de problemas emocionales (EMO)	4.041	.079	1.057	8	.322
Índice de problemas conductuales (CON)	1.020	.342	.935	8	.377
Índice de problemas en las funciones ejecutivas (EJE)	1.463	.261	.554	8	.595
Índice de recursos personales (REC)	.270	.617	-3.779	8	.005*

Nota: *puntuaciones p estadísticamente significativas (p<0.05).
Fuente: elaboración propia.

La prueba de Levene para los grupos control y experimental asume igualdad en la varianza de la muestra para las puntuaciones de problemas internalizados en la prueba SENA Infantil Familia de 3 a 6 años. La comparación de medias *t*-Student para muestras independientes no presenta diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de la escala DEP (t=-1.46, p=0.18), ANS (t=-0.12. p=0.90), ASC (t=2.29, p=0.051), SOM (t=-0.49, p=0.63); los participantes experimentales (μ=68.40, σ=24.86; μ=51.80, σ=17.52; μ=56.40, σ=11.12; μ=46.60, σ=8.76) obtienen puntuaciones similares que los controles sanos (μ=51.40, σ=7.36; μ=52.80, σ=5.58; μ=43.20, σ=6.41; μ=50.40, σ=14.87) en cada medición respectivamente (véase Tablas 5 y 6).

Tabla 5

Media y desviación estándar para las escalas "problemas internalizados" para cada grupo de participantes.

Ha recibido alguna vez un diagnóstico psicológico o neurológico		N	Media	Desviación
Depresión (DEP)	Si	5	68.40	24.866
	No	5	51.40	7.369
Ansiedad (ANS)	Si	5	51.80	17.527
	No	5	52.80	5.586
Ansiedad social (ASC)	Si	5	56.40	11.127
	No	5	43.20	6.419
Quejas somáticas (SOM)	Si	5	46.60	8.764
	No	5	50.40	14.876

Nota: la distribución se realiza en función del criterio de inclusión para cada grupo de participantes.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 6

Prueba t-Student para las escalas "problemas internalizados" para cada grupo de participantes.

Escalas	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Depresión	10.152	.185	1.466	8	.181
Ansiedad	2.425	.158	-.122	8	.906
Ansiedad social	.718	.421	2.298	8	.051
Quejas somáticas	.470	.513	-.492	8	.636

Nota: no existen puntuaciones estadísticamente significativas (p>0.05).
Fuente: elaboración propia.

La prueba de Levene para los grupos control y experimental asume igualdad en la varianza de la muestra para las puntuaciones de problemas externalizados en la prueba SENA Infantil Familia de 3 a 6 años. La comparación de medias *t*-Student para muestras independientes no presenta diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de la escala ATE (t=-0.77, p=0.46), HIP (t=-071. p=0.49), IRA (t=0.32, p=0.75), AGR (t=1.95, p=0.08), DES (t=0.21, p=0.83); los participantes experimentales (μ=63.80, σ=7.85; μ=45.20, σ=24.38; μ=51.20, σ=6.76; μ=51.60, σ=11.08; μ=49.60, σ=12.75) obtienen puntuaciones similares que los controles sanos (μ=59.00, σ=11.40; μ=54.40, σ=15.53; μ=50.00, σ=4.63; μ=41.80, σ=1.78; μ=48.00, σ=10.22) en cada medición respectivamente (véase Tablas 7 y 8).

Tabla 7

Media y desviación estándar para las escalas "problemas externalizados" para cada grupo de participantes.

Ha recibido alguna vez un diagnóstico psicológico o neurológico		N	Media	Desviación
Problemas de atención (ATE)	Si	5	63.80	7.855
	No	5	59.00	11.402
Hiperactividad (HIP)	Si	5	45.20	24.386
	No	5	54.40	15.534
Problemas de control de la ira (IRA)	Si	5	51.20	6.760
	No	5	50.00	4.637
Agresión (AGR)	Si	5	51.60	11.082
	No	5	41.80	1.789
Conducta desafiante (DES)	Si	5	49.60	12.759
	No	5	48.00	10.223

Nota: la distribución se realiza en función del criterio de inclusión para cada grupo de participantes.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 8

Prueba t-Student para las escalas "problemas externalizados" para cada grupo de participantes.

Escalas	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Problemas de atención	2.105	.185	.775	8	.461
Hiperactividad	.067	.802	-.711	8	.497
Problemas de control de la ira	.184	.679	.327	8	.752
Agresión	7.609	.475	1.952	8	.087
Conducta desafiante	.004	.953	.219	8	.832

Nota: no existen puntuaciones estadísticamente significativas (p>0.05).
Fuente: elaboración propia.

La prueba de Levene para los grupos control y experimental asume igualdad en la varianza de la muestra para las puntuaciones de otros problemas en la prueba SENA Infantil Familia de 3 a 6 años. La comparación de medias *t*-Student para muestras independientes no presenta diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de la escala RET (t=0.935, p=0.37), INU (t=-0.94. p=0.37); los participantes experimentales (μ=63.80, σ=15.97; μ=70.20, σ=7.05) obtienen puntuaciones similares que los controles sanos (μ=54.60, σ=15.14; μ=59.20, σ=25.15) en cada medición respectivamente (véase Tablas 9 y 10).

Tabla 9

Media y desviación estándar para las escalas "otros problemas" para cada grupo de participantes.

Ha recibido alguna vez un diagnóstico psicológico o neurológico		N	Media	Desviación
Retraso en el desarrollo	Si	5	63.80	15.975
	No	5	54.60	15.143
Comportamiento inusual	Si	5	70.20	7.050
	No	5	59.20	25.154

Nota: la distribución se realiza en función del criterio de inclusión para cada grupo de participantes.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 10

Prueba t-Student para las escalas "otros problemas" para cada grupo de participantes.

Escalas	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Retraso en el desarrollo (RET)	.388	.551	.935	8	.377
Comportamiento inusual (INU)	2.917	.126	.942	8	.374

Nota: no existen puntuaciones estadísticamente significativas (p>0.05).
Fuente: elaboración propia.

La prueba de Levene para los grupos control y experimental asume igualdad en la varianza de la muestra para las puntuaciones de escalas de vulnerabilidades en la prueba SENA Infantil Familia de 3 a 6 años. La comparación de medias t-Student para muestras independientes no presenta diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de la escala REG (t=-0.14, p=0.89), RIG (t=1.59. p=0.15), AIS (t=2.16. p=0.06), APE (t=2.03. p=0.07); los participantes experimentales (μ=52.60, σ=17.78; μ=66.00, σ=11.24; μ=74.20, σ=14.09; μ=67.40, σ=24.13) obtienen puntuaciones similares que los controles sanos (μ=53.80, σ=6.45; μ=55.60, σ=9.34; μ=53.40, σ=16.27; μ=45.20, σ=3.56) en cada medición respectivamente (véase Tablas 11 y 12).

Tabla 11

Media y desviación estándar para las escalas de "vulnerabilidades" para cada grupo de participantes.

Ha recibido alguna vez un diagnóstico psicológico o neurológico		N	Media	Desviación
Problemas de regulación emocional (REG)	Si	5	52.60	17.785
	No	5	53.80	6.458
Rigidez (RIG)	Si	5	66.00	11.247
	No	5	55.60	9.343
Aislamiento (AIS)	Si	5	74.20	14.096
	No	5	53.40	16.273
Dificultades de apego (APE)	Si	5	67.40	24.131
	No	5	45.20	3.564

Nota: la distribución se realiza en función del criterio de inclusión para cada grupo de participantes.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 12

Prueba t-Student para las escalas de "vulnerabilidades" para cada grupo de participantes.

Escalas	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Problemas de regulación emocional	6.104	.459	-.142	8	.891
Rigidez	.286	.607	1.590	8	.150
Aislamiento	.058	.815	2.160	8	.063
Dificultades de apego	13.939	.006	2.035	8	.076
Conducta desafiante	.004	.953	.219	8	.832

Nota: no existen puntuaciones estadísticamente significativas (p>0.05).
Fuente: elaboración propia.

La prueba de Levene para los grupos control y experimental asume igualdad en la varianza de la muestra para las puntuaciones de escala de recursos personales en la prueba SENA Infantil Familia de tres a seis años. La comparación de medias t-Student para muestras independientes no presenta diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de la escala SOC (t=-1.57, p=0.15); los participantes experimentales (μ=36.40, σ=8.23) obtienen puntuaciones similares que los controles sanos (μ=46.20, σ=11.18). Existen diferencias estadísticamente significativas en la escala de inteligencia emocional (t=0.96, p=0.001), los participantes experimentales (μ=31.40, σ=7.89) poseen menores recursos personales que los controles sanos (μ=55.00, σ=7.58), para ambas descripciones véase Tablas 13 y 14.

Tabla 13

Media y desviación estándar para las escalas de "recursos personales" para cada grupo de participantes.

Ha recibido alguna vez un diagnóstico psicológico o neurológico		N	Media	Desviación
Integración y competencia social (SOC)	Si	5	36.40	8.234
	No	5	46.20	11.189
Inteligencia emocional (IEM)	Si	5	31.40	7.893
	No	5	55.00	7.583

Nota: la distribución se realiza en función del criterio de inclusión para cada grupo de participantes.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 14

Prueba t-Student para las escalas de "recursos personales" para cada grupo de participantes.

Escalas	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Integración y competencia social		.261	-1.577	8	.153
Inteligencia emocional		**.966**	**-4.821**	**8**	**.001***

Nota: *puntuaciones p estadísticamente significativas (p<0.05).
Fuente: elaboración propia.

Discusión

Este estudio contó con una muestra de 10 participantes, niños y niñas preescolares y sus respectivos padres (quienes contestaron el cuestionario SENA Infantil Familia de 3 a 6 años), todos residentes de la ciudad de San Salvador. Los participantes y sus padres se dividieron en dos grupos de igual proporción siendo: 3 niños y 2 niñas con problemas conductuales, quienes formaban el grupo experimental; y 3 niños y 2 niñas sanos, en el grupo control. Se realizó un análisis estadístico inferencial, en este caso en específico, una comparación de medias con prueba t-Student para muestras independientes para las puntuaciones típicas obtenidas en el SENA Infantil Familia de 3 a 6 años en cada grupo de escalas. En esta se encontró, a partir de lo reportado por los padres en el cuestionario del SENA, que los niños y niñas que poseen problemas conductuales presentan puntuaciones más bajas estadísticamente en el Índice de Recursos Personales (REC) y en la Escala Inteligencia Emocional (IEM) que sus contrapartes control sanos. Para todos los demás índices y escalas no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Antes de proseguir con el análisis de los datos obtenidos, se conceptualizará la inteligencia emocional, cuya definición es la capacidad para percibir, comprender, regular y ajustar las emociones en forma adaptativa en sí mismo y los demás (Mayer *et al*., 1999; Salovey y Sluyter, 1997). Con lo anterior como base, junto con los resultados obtenidos en IEM y REC, las diferencias estadísticas presentadas por los grupos de niños con problemas conductuales no solo evidencian que estos poseen menores recursos personales para afrontar las demandas de la vida cotidiana y, en algunos casos, las crisis que puedan existir en esta y que, por tanto, se encuentra íntimamente relacionado a un déficit en el desarrollo de su inteligencia emocional, sino que muestra

que estos son más vulnerables al estrés en general y su capacidad de adaptación psicosocial se encuentra comprometida.

En este orden de ideas, también se debe sopesar que la combinación de estas puntuaciones puede ser típica en esta población, para el caso, el padecimiento de algún problema de conducta o psicológico siempre deja abierta la posibilidad que estos sujetos sean más vulnerables, con menores recursos personales y de afrontamiento que los mismos de su edad sin estas condiciones en su salud mental (Beauchaine *et al*., 2010; Merikangas *et al*., 1999; Moreland y Dumas, 2008; Price y Zwolinski, 2010). Los resultados de este estudio se contrastan con investigaciones similares en niños y adolescentes (Esturgó-Deu y Sala-Roca, 2010; Poulou, 2014) que señalan que el padecimiento de problemas conductuales empeora el manejo del estrés y menoscaba la adquisición y puesta en práctica de habilidades interpersonales más funcionales y adaptativas. No se puede ignorar la interrelación inherente del desarrollo de habilidades interpersonales y el de la inteligencia emocional. Algunas investigaciones (Mavroveli *et al*., 2009; Salavera *et al*., 2019; Schutte *et al*., 2001, 2002) han comprobado la anterior interrelación entre ambos componentes, por lo que un desarrollo positivo de estos contribuyen al mejor afrontamiento de las exigencias psicológicas que demanda la cotidianidad y que impactan en la calidad de vida de los individuos.

En tal sentido, los niños con problemas conductuales poseen significativas desventajas ante sus pares sanos, pudiendo tener un peor desempeño afrontando las exigencias psicológicas diarias y sobrellevando las crisis, lo que aumenta la probabilidad de ocasionar una exacerbación o manifestación de nuevas conductas disfuncionales. Esto generaría un efecto de bucle, en donde una menor capacidad de resistir el estrés, ocasionado por el ambiente, provocaría mayor disfunción psicológica, lo que disminuirá la resistencia al estrés, produciendo que el sistema se retroalimenta a sí mismo. Como se ha afirmado, tiene aún más sentido si se toma en cuenta el modelo biológico del estrés expuesto por diversos investigadores (Dallman *et al*., 2000; Smith y Vale, 2006; Tsigos y Chrousos, 2002), en el cual el eje hipotalámico-pituitario-adrenal (HPA) ejerce un control sobre la respuesta al estrés, que se retroalimenta a sí mismo para llegar a la homeostasis en condiciones normales. Se ha comprobado (Raison y Miller, 2003; Tofoli *et al*., 2011; Tsigos y Chrousos, 2002) que un desequilibrio prolongado, ocasionan o exacerban las conductas psicopatológicas, impulsando un carácter crónico de los trastornos.

Considerando lo antes expuesto y el déficit de la inteligencia emocional y de recursos personales de los niños y niñas con problemas de conducta de este estudio, no es difícil considerar la existencia de una mayor vulnerabilidad psicosocial de los preescolares, que podría traducirse en una menor capacidad de resiliencia. La resiliencia se define como la capacidad de una adaptación deseable en el contexto del riesgo o las adversidades asociadas con problemas extremos (terremotos, secuestros, abuso psicológico o sexual) que puedan ocasionar disfunción psicosocial (Masten, 2011); por lo tanto, tener una capacidad de resiliencia disminuida eleva el riesgo a los impactos negativos del estrés ocasionados por los problemas cotidianos y, especialmente, los experimentados en situaciones de crisis, como la ocasionada por la cuarentena por COVID-19 de 2020, algo que en preescolares sanos ha tenido un menor impacto. Todo esto, también significa que los preescolares con una capacidad de resiliencia disminuida poseen estrategias de afrontamiento al estrés inefectivas o disfuncionales, comprometiendo su capacidad adaptativa o de ajuste. Esta realidad ha sido observada por otras investigaciones (Garmezy *et al*., 1984; Masten y Gewirtz, 2006; Rutter, 1981) las que también han demostrado que la resiliencia es una capacidad que se desarrolla, sobre todo, en edades tempranas y cuya trascendencia, de ser positiva, resulta como un factor protector de la salud mental en la adolescencia y la adultez, previniendo el desarrollo de sintomatologías psicopatológicas. En tal sentido, situaciones críticas o traumáticas en sujetos previamente vulnerables, como los de este estudio, solo mermarían la oportunidad para el desarrollo de una resiliencia más funcional.

No obstante, los hallazgos de este estudio podrían resultar opuestos a la vez que interesantes respecto a las teorías y análisis anterior descritos. Los resultados muestran que lo niños y niñas con problemas de conducta no empeoraron su condición durante la cuarentena domiciliar frente al grupo control, contrario a todo pronóstico. Esta situación podría tener asidero en dos probables escenarios considerados por el autor: (a) Los efectos de la cuarentena domiciliar y sus demás medidas restrictivas solo degradaron aún más los recursos personales y la inteligencia emocional de los niños con problemas de conducta que sus contrapartes control, sin afectar otras áreas de la conducta; o (b) Los recursos personales e inteligencia emocional deficitarios de los niños con problemas de conducta, eran una condición premórbida y, la crisis que significó la cuarentena y sus medidas restrictivas, no empeoraron los mismos ni otros problemas, sino solo hicieron evidente el déficit a sus padres, lo cuales reportaron esto al complementar la escala SENA.

Con independencia del orden en el que sucedió esta situación peculiar y contra los pronósticos teóricos y empíricos, las puntuaciones en el SENA de los niños con problemas de conducta no evidenciaron la aparición de nuevas manifestaciones o exacerbaciones de conducta psicopatológicas estadísticamente significativas ante lo reportado por los controles sanos. No obstante, algo podría quedar claro y es que la crisis psicosocial ocasionada por la pandemia por COVID-19 de 2020 fue una fuente de estrés que presionó a los niños con problemas de conducta a realizar los ajustes requeridos para sobrellevar, psicológicamente, de mejor manera dicha crisis. Aunque esto podría considerarse positivo, pues demuestra la aparición o fortalecimiento de capacidades de resiliencia, no se puede ignorar que existen varias escalas en las que los niños y niñas con problemas de conducta tienen puntuaciones media más altas que sus contrapartes del grupo control.

En relación con lo anterior, se hace manifiesto que los niños y niñas con problemas de conducta puntúan en promedio mayor en varios índices globales como GLO (μ=57.80), EMO (μ=58.60), CON (μ=51.00) y EJE (μ=61.60) que los niños y niñas del grupo control GLO (μ=50.20), EMO (μ=49.00), CON (μ=45.80) y EJE (μ=57.40). Aunque estos, como se ha detallado antes, no tienen significancia estadística, hace evidente que las manifestaciones sintomáticas clínicas, de forma general, son en promedio más elevadas en los niños y niñas con problemas conductuales. No sucede lo mismo con algunas de las escalas de problemas internalizados, por ejemplo: las puntuaciones ANS y SOM son en promedio mayores en el grupo control que en el grupo experimental, tal como aparece en la Tabla 5. Esta combinación parece congruente, puesto que las quejas somáticas poseen como fuente sintomatología ansiosa, aunque esto no significa que los niños y niñas del grupo experimental no presentan en proporción estos problemas. En los otros problemas internalizados los niños y niñas con problemas de conducta manifiestan promedios superiores en las puntuaciones, evidenciando nuevamente un poco más de dificultades que los niños y niñas del grupo control, aunque estas diferencias no poseen significancia estadística. En el caso de los problemas externalizados y vulnerabilidad, sucede un caso similar con las puntuaciones de HIP y REG (véase Tablas 7 y 11), en donde los niños y niñas del grupo control puntúan en promedio superior que los niños y niñas experimentales, siendo una vez más puntuaciones congruentes, pues las conductas hiperactivas pueden ser causantes de una pobre regulación emocional y viceversa.

Estas puntuaciones, que a simple vista no suscitan objeto de análisis, pueden considerarse el comienzo de una forma no explorada de consecuencias a corto o

mediano plazo de los efectos psicológicos en condiciones de crisis en niños y niñas sin trastornos de conducta previos. De ser así, plantearían una nueva serie de interrogantes sobre los efectos psicológicos subclínicos en la población infantil como resultado de haber experimentado crisis o traumas que restringieran significativamente su desarrollo psicosocial, en este caso, la cuarentena por COVID-19 de 2020.

Con todo lo anterior revisado, no cabe duda de que la cuarentena por COVID-19, implicó no solamente confinamiento domiciliar, sino también medidas como el aislamiento social. En ese sentido, restringir el contacto directo interpersonal con otros, limitándose por mucho tiempo a través de medios digitales, fue un cambio vertiginoso en el estilo de vida, evidentemente, un evento crítico, que generó altos niveles de estrés, similares a los experimentados en contextos de guerras o desastres naturales. Igual que la crisis sanitaria de 2020, rompen con la continuidad del estilo de vida y vulneran la integridad del núcleo psicológico de la persona. Este hecho afecta a los niños, quienes se encuentran en el desarrollo de sus capacidades de resiliencia y estrategias de afrontamiento, tejiendo redes de apoyo y evolucionando cognitivamente hacia un pensamiento superior que sirva a favor de la adecuada adaptación psicológica y social.

Este estudio ha intentado conocer y relacionar dos elementos: (a) La crisis sanitaria por COVID-19 de 2020 junto sus medidas restrictivas, y (b) El impacto psicológico en los preescolares con y sin problemas de conducta durante ese periodo de tiempo. Los hallazgos obtenidos demuestran la existencia del aumento o mantenimiento de ciertos problemas psicológicos en los preescolares que ya padecían problemas conductuales cuando se implementó el periodo de cuarentena, como un empobrecimiento en los recursos personales e inteligencia emocional. También, demostró que estos mismos preescolares no manifestaron un aumento o aparición de nuevas conductas disruptivas durante ese periodo, lo cual es opuesto a los hallazgos de otras investigaciones similares. Además, se conoció la existencia de sintomatologías subclínicas en ambos grupos de participantes, que aparecieron durante este periodo de tiempo, aunque no son significativas estadísticamente, deben ser objeto de futuros estudios. Con estos antecedentes y tal como se ha mencionado con anterioridad, es probable que los preescolares con problemas de conducta solamente experimentaron un mayor empobrecimiento de sus recursos personales e inteligencia emocional, o bien esto era algo que ya estaba presente y se mantuvo inalterable en la época de la crisis sanitaria, siendo lo más llamativo el hecho de que estas deficiencias, siendo tan crucial para el buen funcionamiento y adaptación a situacio-

nes novedosas y críticas, no propició la aparición o exacerbación de otras conductas psicopatológicas estadísticamente significativas frente a los participantes del grupo control, niños y niñas sin problemas de conducta.

Es plausible considerar que tanto los preescolares sanos como aquellos con problemas de conducta, se pudieron haber visto influidos por factores protectores que generaron formas de afrontamiento más adaptativas ante dicha crisis; en suma, aumentaron su resiliencia, lo que impidió la aparición o aumento de conductas psicopatológicas durante ese periodo de tiempo. Ante esto es posible plantearse nuevas líneas de investigación, orientadas a encontrar los procesos involucrados que han facilitado el desarrollo de una mayor resiliencia en el contexto de la crisis sanitaria por COVID-19 de 2020, acompañada de la implementación de medidas restrictivas a nivel social. De igual forma, se debe ponderar explorar el rol de los padres en ese momento histórico de los hijos y las diferentes dinámicas familiares que se generaron e influyeron positivamente en una mejor adaptación y contención psicológica y emocional.

No obstante, aunque el estudio en cuestión es pionero en el país y sus hallazgos científicos son novedosos, es importante considerar algunos elementos que pueden contribuir a mejorar la replicación de estudios similares:

- Ha de contemplarse realizar nuevamente una revisión bibliográfica actualizada sobre el tema, precisando encontrar aquellas más cercanas al contexto en el que se está llevando a cabo este estudio. En esta ocasión, se han encontrado muchos *papers* recientes, aunque estos distan de haberse desarrollado en contextos sociales y culturales similares al salvadoreño. Esto resulta ser un impase teórico y metodológico al momento de realizar una propuesta de investigación y limita su planteamiento, así como el posterior análisis de sus hallazgos.

- Esta investigación se realizó con un diseño no-experimental transaccional correlacional, de enfoque estrictamente cuantitativo. Dicha elección se realizó con base en la orientación teórica del estudio como en las facilidades para acceder a la muestra, los instrumentos y análisis de datos. En sí mismo, esto no es una limitante, pero configura una forma para estudiarse y comprenderse un mismo fenómeno, por lo cual cualquier otro intento, desde otra perspectiva, abonaría al conocimiento que ya se ha generado sobre este.

- Una tercera consideración para futuras investigaciones es orientar la ampliación de la muestra de estudio a través de una mayor especificación de los criterios de inclusión y exclusión, que incorporen otras variables como nivel socioeconómico familiar, estructura del núcleo familiar, psicopatología de los padres, entre otras. Además, no solo de aumentar el número de participantes en cada grupo sino añadir nuevas variables de análisis que, en este estudio, no se contemplaron, pues se trató de no alterar las indicaciones de la escala SENA Infantil Familia de 3 a 6 años, con la finalidad de no brindar indicios o influir en la percepción de los padres ante los reactivos de la escala. Además, se requería una primera aproximación al fenómeno más conservadora en sus alcances.

Finalmente, todo acercamiento a los fenómenos psicológicos que se suscitaron durante el tiempo de cuarentena es un avance en el conocimiento científico realizado desde nuestro contexto, El Salvador, y por tanto, ha de motivar no solamente la replicación de este sino su perfectibilidad, una de las características más virtuosas de las ciencias fácticas.

Referencias

Amorim, R., Catarino, S., Miragaia, P., Ferreras, C., Viana, V. y Guardiano, M. (2020). The impact of COVID-19 on children with autism spectrum disorder. *Revista De Neurologia, 71*(8), 285-291. https://doi.org/10.33588/rn.7108.2020381

Arslan, E., Çiçekler, C. Y. y Temel, M. (2021). Parental views on the lives of preschool children in the Covid-19 pandemic process. *International Journal of Psychology and Educational Studies, 8*(4), 139-152. https://doi.org/10.52380/ijpes.2021.8.4.692

Beauchaine, T. P., Hinshaw, S. P. y Pang, K. L. (2010). Comorbidity of attention-deficit/hyperactivity disorder and early-onset conduct disorder: biological, environmental, and developmental mechanisms. *Clinical Psychology: Science and Practice, 17*(4), 327-336. https://doi.org/10.1111/j.1468-2850.2010.01224.x

Cantiani, C., Dondena, C., Capelli, E., Riboldi, E. M., Molteni, M. y Riva, V. (2021). Effects of COVID-19 lockdown on the emotional and behavioral profiles of preschool italian children with and without familial risk for neurodevelopmental disorders. *Brain Sciences, 11*(4), 477. https://doi.org/10.3390/brainsci11040477

Daks, J. S., Peltz, J. S. y Rogge, R. D. (2020). Psychological flexibility and inflexibility as sources of resiliency and risk during a pandemic: modeling the cascade of COVID-19 stress on family systems with a contextual behavioral science lens. *Journal of Contextual Behavioral Science, 18*, 16-27. https://doi.org/10.1016/j.jcbs.2020.08.003

Dallman, M. F., Bhatnagar, S. y Viau, V. (2000). *Hypothalamo-pituitary-adrenal axis*. En G. Frink, Encyclopedia of Stress (Vol. 3, pp. 468-477). Academic Press.

Esturgó-Deu, M. E. y Sala-Roca, J. (2010). Disruptive behaviour of students in primary education and emotional intelligence. *Teaching and Teacher Education, 26*(4), 830-837. https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.10.020

Francisco, R., Pedro, M., Delvecchio, E., Espada, J. P., Morales, A., Mazzeschi, C. y Orgilés, M. (2020). Psychological symptoms and behavioral changes in children and adolescents during the early phase of COVID-19 quarantine in three european countries. *Frontiers in Psychiatry, 11*, 1329. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.570164

FundaUngo. (2021). Seguimiento al COVID-19 en El Salvador. Línea de tiempo. https://www.fundaungo.org.sv/linea-de-tiempo

Garmezy, N., Masten, A. S. y Tellegen, A. (1984). The study of stress and competence in children: a building block for developmental psychopathology. *Child Development, 55*(1), 97-111. https://doi.org/10.2307/1129837

Gassman-Pines, A., Ananat, E. O. y Fitz-Henley, J. (2020). COVID-19 and parent-child psychological well-being. *Pediatrics, 146*(4). https://doi.org/10.1542/peds.2020-007294

Glynn, L. M., Davis, E. P., Luby, J. L., Baram, T. Z. y Sandman, C. A. (2021). A predictable home environment may protect child mental health during the COVID-19 pandemic. *Neurobiology of Stress, 14*, 100291. https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2020.100291

Hammer, D., Melhuish, E. y Howard, S. J. (2018). Antecedents and consequences of social–emotional development: A longitudinal study of academic achievement. *Archives of Scientific Psychology, 6*(1), 105-116. https://doi.org/10.1037/arc0000034

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación (4a. Ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.

Idoiaga, N., Berasategi, N., Eiguren, A. y Picaza, M. (2020). Exploring children's social and emotional representations of the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology, 11*, 1952. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01952

Lawson, M., Piel, M. H. y Simon, M. (2020). Child maltreatment during the COVID-19 pandemic: consequences of parental job loss on psychological and physical abuse towards children. *Child Abuse & Neglect, vol. 110*, 104709. https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2020.104709

Loades, M. E., Chatburn, E., Higson-Sweeney, N., Reynolds, S., Shafran, R., Brigden, A., Linney, C., McManus, M. N., Borwick, C. y Crawley, E. (2020). Rapid systematic review: the impact of social isolation and loneliness on the mental health of children and adolescents in the context of COVID-19. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 59*(11), 1218-1239.e3. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2020.05.009

Masten, A. S. (2011). Resilience in children threatened by extreme adversity: frameworks for research, practice, and translational synergy. *Development and Psychopathology, 23*(2), 493-506. https://doi.org/10.1017/S0954579411000198

Masten, A. S. y Gewirtz, A. H. (2006). Vulnerability and resilience in early child development. En *Blackwell handbook of early childhood development* (pp. 22-43). Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470757703.ch2

Mavroveli, S., Petrides, K. V., Sangareau, Y. y Furnham, A. (2009). Exploring the relationships between trait emotional intelligence and objective socio-emotional outcomes in childhood. *British Journal of Educational Psychology, 79*(2), 259-272. https://doi.org/10.1348/000709908X368848

Mayer, J. D., Caruso, D. R. y Salovey, P. (1999). Emotional intelligence meets traditional

standards for an intelligence. *Intelligence, 27*(4), 267-298. https://doi.org/10.1016/S0160-2896(99)00016-1

Merikangas, K. R., Avenevoli, S., Dierker, L. y Grillon, C. (1999). Vulnerability factors among children at risk for anxiety disorders. *Biological Psychiatry, 46*(11), 1523-1535. https://doi.org/10.1016/S0006-3223(99)00172-9

Moreland, A. D. y Dumas, J. E. (2008). Evaluating child coping competence: theory and measurement. *Journal of Child and Family Studies, 17*(3), 437-454. https://doi.org/10.1007/s10826-007-9165-y

OMS. (2020). *La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia—OPS/OMS* | Organización Panamericana de la Salud. https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia

Orgilés, M., Espada, Jp., Delvecchio, E., Francisco, R., Mazzeschi, C., Pedro, M. y Morales, A. (2021). Anxiety and depressive symptoms in children and adolescents during COVID-19 pandemic: a transcultural approach. *Psicothema, 33*(1). https://doi.org/10.7334/psicothema2020.287

Orgilés, M., Morales, A., Delvecchio, E., Mazzeschi, C. y Espada, J. (2020). Immediate psychological effects of the COVID-19 quarantine in youth from Italy and Spain. *Frontiers in Psychology, 11*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.579038

Pandey, D., Bansal, S., Goyal, S., Garg, A., Sethi, N., Pothiyill, D. I., Sreelakshmi, E. S., Sayyad, M. G. y Sethi, R. (2020). Psychological impact of mass quarantine on population during pandemics-the COVID-19 lock-down (COLD) study. *PloS One, 15*(10), e0240501. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240501

Poulou, M. S. (2014). How are trait emotional intelligence and social skills related to emotional and behavioural difficulties in adolescents? *Educational Psychology, 34*(3), 354-366. https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785062

Price, J. M. y Zwolinski, J. (2010). The nature of child and adolescent vulnerability: history and definitions. En *Vulnerability to psychopathology: Risk across the lifespan, 2nd ed* (pp. 18-38). Guilford Press.

Raison, C. L. y Miller, A. H. (2003). When not enough is too much: the role of insufficient glucocorticoid signaling in the pathophysiology of stress-related disorders. *American Journal of Psychiatry, 160*(9), 1554-1565. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.160.9.1554

Rutter, M. (1981). Stress, coping and development: some issues and some questions. *Journal of Child Psychology and Psychiatry,* 22(4), 323-356. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1981.tb00560.x

Salavera, C., Usán, P. y Teruel, P. (2019). The relationship of internalizing problems with emotional intelligence and social skills in secondary education students: gender differences. *Psicologia: Reflexão e Crítica, 32*. https://doi.org/10.1186/s41155-018-0115-y

Salovey, P. y Sluyter, D. J. (1997). *Emotional development and emotional intelligence: educational implications* (pp. xvi, 288). Basic Books.

Schmidt, S. J., Barblan, L. P., Lory, I. y Landolt, M. A. (2021). Age-related effects of the COVID-19 pandemic on mental health of children and adolescents. *European Journal of Psychotraumatology, 12*(1), 1901407. https://doi.org/10.1080/20008198.2021.1901407

Schutte, N. S., Malouff, J. M., Bobik, C., Coston, T. D., Greeson, C., Jedlicka, C., Rhodes, E. y Wendorf, G. (2001). Emotional intelligence and interpersonal relations. *The Journal of Social Psychology, 141*(4), 523-536. https://doi.org/10.1080/00224540109600569

Schutte, N. S., Malouff, J. M., Simunek, M., McKenley, J. y Hollander, S. (2002). Characteristic emotional intelligence and emotional well-being. *Cognition and Emotion, 16*(6), 769-785. https://doi.org/10.1080/02699930143000482

Smith, P. K., Connolly, K. J. y Connolly, P. K. J. (1980). *The ecology of preschool behaviour*. Cambridge University Press.

Smith, S. M. y Vale, W. W. (2006). The role of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in neuroendocrine responses to stress. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 8(4), 383-395.

Stites, M. L., Sonneschein, S. y Galczyk, S. H. (2021). Preschool parents' views of distance learning during COVID-19. *Early education and development, 32*(7), 923-939. https://doi.org/10.1080/10409289.2021.1930936

Tofoli, S. M. de C., Baes, C. V. W., Martins, C. M. S. y Juruena, M. (2011). Early life stress, HPA axis, and depression. *Psychology & Neuroscience, 4*, 229-234. https://doi.org/10.3922/j.psns.2011.2.008

Tsigos, C. y Chrousos, G. P. (2002). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis, neuroendocrine factors and stress. *Journal of psychosomatic research, 53*(4), 865-871. https://doi.org/10.1016/s0022-3999(02)00429-4

UNESCO. (2021a). *One year into COVID-19 education disruption: where do we stand?* https://en.unesco.org/news/one-year-covid-19-education-disruption-where-do-we-stand

UNESCO. (2021b). *The impact of COVID-19 on ECCE sector: lesson learned and promising practices from the Asia-Pacific.* UNESCO. https://en.unesco.org/sites/default/files/unesco-covid-19_ed-webinar-14-unesco-bangkok.pdf

UNESCO. (2021c). *UNESCO figures show two thirds of an academic year lost on average worldwide due to Covid-19 school closures*. https://en.unesco.org/news/unesco-figures-show-two-thirds-academic-year-lost-average-worldwide-due-covid-19-school

Vasileva, M., Alisic, E. y De Young, A. (2021). COVID-19 unmasked: preschool children's negative thoughts and worries during the COVID-19 pandemic in Australia. *European Journal of Psychotraumatology, 12*(1), 1924442. https://doi.org/10.1080/20008198.2021.1924442

Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C. S. y Ho, R. C. (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (COVID-19) epidemic among the general population in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(5), 1729. https://doi.org/10.3390/ijerph17051729

Yeasmin, S., Banik, R., Hossain, S., Hossain, Md. N., Mahumud, R., Salma, N. y Hossain, Md. M. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on the mental health of children in Bangladesh: a cross-sectional study. *Children and Youth Services Review, 117*, 105277. https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105277

Zhang, J., Shuai, L., Yu, H., Wang, Z., Qiu, M., Lu, L., Cao, X., Xia, W., Wang, Y. y Chen, R. (2020). Acute stress, behavioural symptoms and mood states among school-age children with attention-deficit/hyperactive disorder during the COVID-19 outbreak. *Asian Journal of Psychiatry, 51*, 102077. https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.102077

Comparación de estudios normales vs. estudios anormales para la detección automática de anomalías utilizando resonancias magnéticas y técnicas de *machine learning*[1]

Comparison of normal studies vs. abnormal studies for automatic detection of anomalies using MRI and machine learning techniques

María José Jiménez
Ingeniería Industrial, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, El Salvador.
Máster en Gestión de Operaciones, Universidad de Chile, Chile.
Investigadora Asociada del Centro Universitario de Neurociencia (CUN), del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
https://orcid.org/0000-0003-3097-7835
maria.jimzag@gmail.com

1 El inicio y desarrollo de esta investigación se debe al apoyo financiero de la Universidad Francisco Gavidia a través del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) y la Clínica Brito Mejía Peña (BMP) quienes proporcionaron la muestra de datos.

RESUMEN

El uso de las imágenes por resonancia magnética (RM) recoge tareas de diagnóstico como de seguimiento de muchas patologías. Una RM de encéfalo capta hueso, grasa, líquido cefalorraquídeo (LCR), sustancia blanca y gris, y distingue su captación en tres planos anatómicos: coronal, sagital y axial con distintas marcaciones en las imágenes potenciadas: T1, T2 y FLAIR. La variación en los parámetros entrega distinta información al radiólogo, lo que permite hacer múltiples valoraciones sobre el diagnóstico de un paciente al igual que las técnicas de aprendizaje automático. El diagnóstico asistido por computadora (CAD) incluye una amplia variedad de herramientas que facilitan el proceso de toma de decisiones de los médicos. Este se basa en un algoritmo entrenado con las características o patrones de un conjunto de datos. En este sentido, la descripción de los datos de entrada determina el alcance del diagnóstico y la calidad de respuesta. La finalidad de este estudio fue desarrollar un CAD que valore la clasificación de sujetos normales frente a pacientes con anomalías, i.e. tumor, hidrocefalia, microangiopatía, entre otros. Para esto, se utilizó una base de datos compuesta por resonancias magnéticas, secuencias de imágenes potenciadas en T2-FLAIR (*Fluid Attenuated Inversion Recovery*), de controles sanos como patológicos. Las MRI se usaron para entrenar un algoritmo de aprendizaje automático supervisado, llamado máquina de vectores de soporte (SVM). El SVM usa datos etiquetados para aprender un patrón de comportamiento que permita predecir pacientes patológicos y controles normales. También, se compararon resultados con un algoritmo de aprendizaje no supervisado llamado *k-means*. La precisión del modelo supervisado fue superior a 96 %, lo que demuestra que el SVM es una buena técnica de clasificación para el diagnóstico asistido por computadora.

Palabras clave: resonancia magnética, técnica de RM FLAIR, diagnóstico por computadora, El Salvador.

ABSTRACT

The use of magnetic resonance imaging (MRI) includes diagnostic and monitoring plenty of pathologies. Brain MRIs captures bone, fat, cerebrospinal fluid (CSF), white and gray matter, and distinguishes its uptake in three anatomical planes: coronal, sagittal and axial, with different marks on the weighted images: T1, T2 and FLAIR. This variety of information and parameters allows the radiologist to make assessments

on patients, and machine learning techniques can do too. Computer-aided diagnosis (CAD) includes a wide variety of tools that facilitate the decision-making process of physicians. They are based on algorithms trained with the characteristics of the dataset. In this sense, the description of the input data determines the scope of the diagnosis, as well as the quality of the response. The purpose of this study is to develop a CAD that assesses the classification of normal subjects versus patients with abnormalities, i.e., tumor, hydrocephalus, microangiopathy, among others. A dataset of magnetic resonances, specifically sequences of Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR) images, with at least one of the conditions indicated above, was used to train a supervised machine learning algorithm called support vector machine. SVM uses labeled data to learn the behavior pattern, in a way that allows it to perform supervised learning to predict pathological patients and normal controls. We also compare these results with an unsupervised machine learning algorithm: k-means. The accuracy of the supervised model was over 96 %, proving SVM as a good classification technique for computer aided diagnosis.

Keywords: *magnetic resonance imaging, FLAIR MRI technique, computer diagnostics, El Salvador.*

Introducción

1. Contextualización

En Medicina, el área de imágenes abarca técnicas de adquisición y procesamiento para el estudio de diversas enfermedades y representa una herramienta de apoyo en la toma de decisiones de diagnóstico por parte del equipo de médicos. Cada vez más se realizan estudios que demuestran que la combinación de *computer vision*, *machine learning* y *deep learning* (Khosla *et al.*, 2019; Zaharchuk *et al.*, 2018), y las imágenes médicas tienen un fuerte potencial en la detección, predicción y diferenciación de patrones en múltiples patologías. Esto se debe a que el uso de los recursos computacionales permite detectar patrones de comportamiento, incluso, aquellos que pueden pasar desapercibidos para el experto. Estos patrones pueden ser clasificados desde una o múltiples clases, permitiendo separar e identificar un conjunto de muestras en distintos grupos.

En un ambiente supervisado donde se utilizan técnicas de *machine learning*, cada imagen cuenta con una etiqueta que la identifica, corresponda o no a una anomalía. Luego, teniendo idealmente un conjunto de datos balanceado, es decir, una proporción similar para cada grupo etiquetado, se separan entre datos de entrenamiento, validación y testeo para el desarrollo de futuros modelos de clasificación. Con una base de datos apropiada, que prevenga la predisposición hacia clases mayoritarias, esta herramienta podría generalizar las características principales de un determinado clúster y extrapolarlas a nuevos datos.

La técnica de RM FLAIR, desarrollada a principios de los noventa (De Coene *et al.*, 1992), es una técnica ponderada en T2 que remueve la señal provocada por el líquido cerebroespinal ventricular, lo que la hace altamente sensible a una amplia gama de enfermedades corticales, periventriculares y de las meninges (Hajnal *et al.*, 1992). Muy pronto, esta técnica fue sustituyendo las anteriores y son muy utilizadas en el campo de la Neurología.

Se cuenta con un conjunto de datos de 174 resonancias magnéticas por imagen potenciada en FLAIR y su respectiva lectura. Combinando las ciencias matemáticas y las médicas, se usarán dichas resonancias para crear un modelo de aprendizaje automático para la clasificación de estudios normales y anormales. El conjunto de datos etiquetado se obtendrá del diagnóstico dado por el equipo médico de la

clínica Brito Mejía Peña (BMP), lo que servirá para medir el desempeño del modelo supervisado.

Se espera que este estudio se convierta en la base para la creación de un sistema automático de detección de anomalías en neuroimágenes a través de modelos de aprendizaje supervisado. Esto permitirá agilizar el flujo de trabajo de la clínica radiológica, generando un proceso de lectura de imágenes más autónomo.

1.1. Diagnóstico asistido por computadora (CAD)

A lo largo de los últimos años, la investigación ha contribuido en la profundización de áreas como la medicina y las ciencias computacionales. El trabajo colaborativo entre ambas áreas ha permitido ahondar en el entendimiento de enfermedades, aumentar la precisión de diagnóstico, estudiar nuevos tratamientos, entre muchos otros.

Aunque la historia de la inteligencia artificial parte a mediados de 1950, su aplicación en la medicina empieza a tomar impulso a finales del siglo XX e inicios del XXI, sobre todo gracias a la introducción de las técnicas de aprendizaje automático (Kaul *et al.*, 2020), ML (por sus siglas en inglés). Concretamente en el campo de las imágenes médicas, el uso de ML para la detección de patrones de comportamiento inició a finales de los noventa (Suzuki, 2017; Yan *et al.*, 2013; Doi, 2007; Doi, 2004).

Los distintos CAD se han enfocado en la detección de una gran variedad de patologías; por ejemplo, en la detección de pólipos colónicos (Yoshida *et al.*, 2001), detección de tumores por video endoscópico (Mori *et al.*, 2017; Karkanis *et al.*, 2003), cáncer de mama (Astley *et al.*, 2004), lesiones cutáneas pigmentadas (Schmid-Saugeona *et al.*, 2003), enfermedades pulmonares (Li *et al.*, 2005), entre otros.

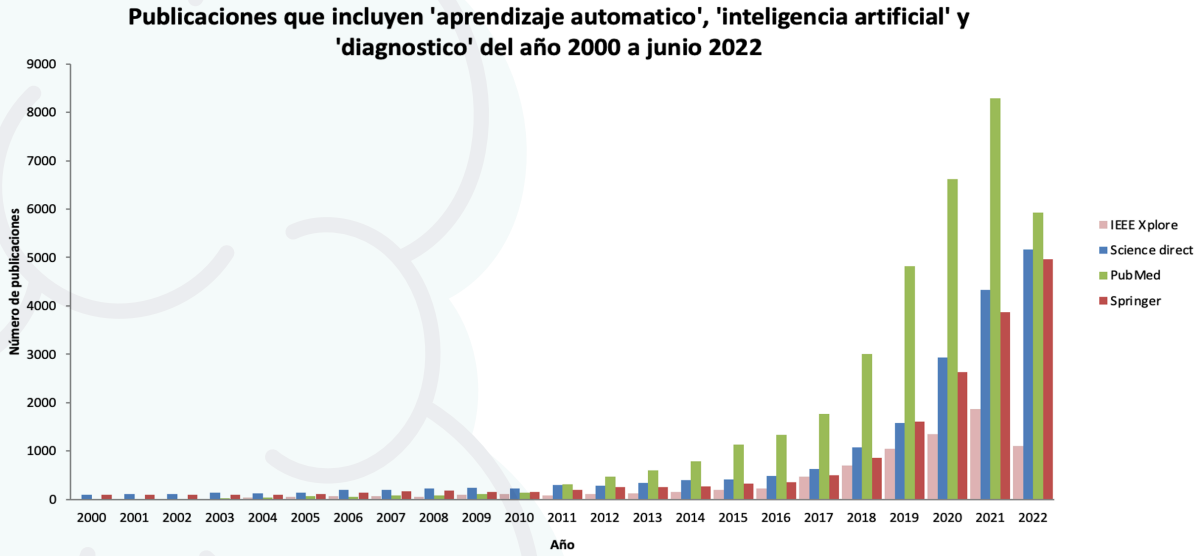
La Figura 1 muestra los resultados para la búsqueda booleana de los términos '*machine learning*' *and* '*artificial intelligence*' *and* '*diagnosis*', en cuatro importantes revistas científicas: IEEE Xplore, Science direct, PubMed y Springer. La figura demuestra que, aunque el historial de publicaciones ya acumulaba varios estudios para la primera década del s. XXI, es a partir de la segunda que el incremento se vuelve exponencial.

Sin embargo, este marcado incremento no se debe a un «repentino» interés científico. Aunque ya se contaba con una amplia base teórica, si antes no se habían desarrollado

e implementado estas técnicas es porque la capacidad computacional de la época no lo permitía. Aunque los algoritmos de ML busquen facilitar las tareas de diagnóstico, así como muchas otras funciones, construirlos y ejecutarlos requiere un alto costo computacional en cuanto a los recursos necesarios para su funcionamiento.

Figura 1

Número de publicaciones en IEEE Xplore, Science direct, PubMed y Springer usando la búsqueda booleana de los términos 'machine learning' and 'artificial intelligence' and 'diagnosis'.



Fuente: elaboración propia.

La Tabla 1 muestra algunas referencias acerca de la detección de patrones de comportamiento a través de técnicas asistidas por computadora (CAD) de la última década. La tabla compara conjuntos de datos, técnicas de *machine learning*, y sus mejores resultados.

Asimismo, demuestra que, en muchos casos, se puede obtener un alto rendimiento en los índices de desempeño combinando estas técnicas con algoritmos de extracción de características y reducción de dimensionalidad y, también, que el campo de estudio es tan grande como la creatividad en su aplicación.

Tabla 1

Referencias acerca de detección de patrones de comportamiento a través de técnicas asistidas por computadora (CAD) que compara conjuntos de datos, técnicas de machine learning y deep learning y los mejores resultados obtenidos entre los años 2011 y 2022.

Ref.	Año	Descripción BD	Técnica de ML	Mejores resultados	Comentarios y logros
Bengs *et al.*	2022	1,735 T1-weighted 3D MRIs	Detección no-supervisada de anomalías (UAD) considerando edad	AUC=92.60 %	Este estudio solo se basa en la apariencia visual de la anatomía del cerebro sano para la detección de anomalías, considerando la desviación entre la edad del cerebro y la edad cronológica, un campo inexplorado en combinación con UAD.
Lei *et al.*	2022	40 angiografías por resonancia magnética (MRA)	Modelo U-Net 3D de aprendizaje profundo	Accuracy=97.19 %, sensitivity=95.87 %, specificity=100 %	Se desarrolló la localización y segmentación automática de aneurismas utilizando una red neuronal convolucional (CNN) 3D para extraer los posibles vasos sanguíneos del aneurisma.
Kim *et al.*	2021	265 3D MRIs: FLAIR, T1-weighted y T2-weighted	Redes neuronales profundas para la detección de anomalías en RMi	Valor AUC para BraTS =0.934 y valor AUC para ISLES =0.87	Se desarrolla una red neuronal profunda que utiliza solo imágenes de RM normales como datos de entrenamiento. Aunque el método propuesto demostró la posibilidad de detectar anomalías en los conjuntos de datos, el rendimiento cuantitativo sigue siendo inferior al de las técnicas supervisadas.
Duan *et al.*	2020	35,500 imágenes obtenidas de 2,500 CT	DenseNet	Accuracy=94.0 %, sensitivity=93.6 %, specificity=94.4 %, AUC=0.93	Este estudio demuestra que el modelo de diagnóstico de IA puede diagnosticar hidrocefalia mediante la lectura de imágenes de tomografía computarizada del cerebro. Estas permiten analizar la forma y el volumen del ventrículo, el índice de Evan y la edad, que es un nuevo método para diagnosticar la hidrocefalia.
Elshennawy *et al.*	2020	5,856 rayos-X de torax	RestNet152V2 modelo pre-entrenado	Accuracy=99.22 %, precision=99.43 %, AUC=99.77 %	El estudio comparó dos modelos previamente entrenados, ResNet152V2 y MobileNetV2, una red neuronal convolucional (CNN) y una memoria a corto plazo (LSTM), para detectar neumonía a partir de imágenes de rayos X de tórax.
Suganthe *et al.*	2020	1,000 MRIs T1-wieghted	Modelo VCNN	Accuracy=96.19 %	El estudio compara los modelos de redes neuronales convolucionales profundas (DCNN) y CNN inspirados en VGG-16 (VCNN), para clasificar las diferentes etapas de la enfermedad de Alzheimer a partir de MRIs.
Toğaçar *et al.*	2020	253 MRIs	Modelo BrainMRNet	Accuracy=96.05%, sensitivity=96.0%, specificity=96.08%	Esta arquitectura está construida sobre módulos de atención y técnica de hipercolumnas, que permite que características extraídas de cada capa del modelo BrainMRNet se conserven en la estructura de matriz de la última capa. El modelo BrainMRNet de este estudio tuvo más éxito que los modelos de red neuronal convolucional pre-entrenados: AlexNet, GoogleNet, VGG-16.

Ref.	Año	Descripción BD	Técnica de ML	Mejores resultados	Comentarios y logros
Öman *et al.*	2019	60 angiografías por tomografía computarizada (CTA)	3D CNN	Sensitivity=0.93, specificity=0.82 y ROC= 0.93	La detección de accidentes cerebrovasculares mejoró cuando se incluyeron al análisis de las CNN la comparación hemisférica cerebral y la tomografía computarizada sin contraste (NCCT).
Arunkumar *et al.*	2018	110 MRIs	Agrupamiento de K-medias con técnica ANN	Accuracy=94.07 %, sensitivity=90.09 %, specificity=96.78 %	El estudio desarrolló la técnica de agrupamiento de K-medias para seleccionar la mejor región, y evaluó la competencia de los resultados comparando los resultados de ANN, SVM, y la clasificación de casos de tumores.
Vargas *et al.*	2018	396 imágenes de perfusión por CT	Red convolucional recurrente a largo plazo (LSTM)	Accuracy=85.8 %	Las predicciones de la red se compararon con las interpretaciones de los mapas de perfusión de la TC de neuroradiólogos capacitados. Esto sugiere que dichos modelos podrían ayudar en la detección oportuna de los déficits de perfusión.
Rebouças *et al.*	2017	420 imágenes por CT del cráneo	Análisis de la densidad del tejido cerebral (ABTD)	Accuracy=99.30 %	Se aplicó ABTD con clasificadores como MLP, SVM, kNN, OPF y Bayesiano para clasificar si una imagen de TC representaba un cerebro sano o uno con un accidente cerebrovascular isquémico o hemorrágico. Optimum Path Forest (OPF) tuvo el tiempo de extracción más corto y la precisión promedio más alta cuando se combinó con la distancia euclidiana. Además, los valores de precisión promedio para todos los clasificadores fueron superiores al 95 %.
Firmino *et al.*	2016	420 imágenes por CT	Clasificador basado en reglas y máquina de vectores de soporte (SVM)	Accuracy of 97 % and sensitivity of 94.4 % with 7.04 false positives per case	Este trabajo desarrolló un nuevo sistema de CADx de nódulos pulmonares en imágenes de TC, agrupándolos en un único sistema de identificación y caracterización de los nódulos para mejorar el nivel de automatización. Este también diagnostica la malignidad, con AUC=0.91 para nódulos con poca probabilidad de malignidad, 0.80 moderadamente improbable, 0.72 indeterminada, 0.67 moderadamente sospechoso y 0.83 muy sospechoso.
Rouhi *et al.*	2015	163 mamografías	Perceptrón multicapa (MLP)	Accuracy=96.47 %, sensitivity=96.87 %, specificity=95.94 %	La red neuronal artificial formada por múltiples capas, MLP, se entrena utilizando un algoritmo de propagación inversa (BP). El objetivo de este algoritmo es minimizar el error entre la salida de la red y los vectores objetivo.
Hirschauer *et al.*	2015	604 [123I]FP-CIT SPECT	Red neuronal probabilística mejorada (EPNN)	Accuracy=0.986	También se clasificó a los pacientes con la enfermedad de Parkinson frente a scans sin evidencia de déficit dopaminérgica (SWEDD) y obtuvo una precisión de clasificación del 92,5 % utilizando EPNN. Otros clasificadores utilizados fueron: red neuronal probabilística (PNN), SVM, k-NN y árbol de decisión (DT).

Ref.	Año	Descripción BD	Técnica de ML	Mejores resultados	Comentarios y logros
Matulewicz *et al.*	2014	18 MRI/MRSI	ANN	AUC = 0.968	Se implementaron y compararon dos modelos ANN para la clasificación automática de MRSi de próstata: el modelo 1, que usa los espectros como entrada, y el modelo 2, que usa los espectros junto con información de segmentación anatómica. El modelo 2 (AUC = 0,968) proporcionó una clasificación significativamente mejor que el modelo 1 (AUC = 0,949).
Montejo *et al.*	2013	219 imágenes de tomografía óptica difusa (DOT)	SVM	Sensitivity=100.0 %, specificity=97.8 %	El estudio comparó 5 algoritmos de clasificación: análisis discriminante lineal (LDA), análisis discriminante cuadrático (QDA), k-vecinos más cercanos (KNN), mapas auto-organizados (SOM) y máquinas de vectores de soporte (SVM).
Mohsen *et al.*	2012	101 MRIs (14 normales y 87 anormales – tumores benignos y malignos)	Red neuronal de retropropagación (BPNN)	Accuracy=99%	Se usó una red neuronal acoplada a pulsos de retroalimentación aplicada (FPCNN) para la segmentación de imágenes y detección de la región de interés (ROI), seguida de una discrete wavelet transform (DWT) para extraer características; además, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para reducir la dimensionalidad de los coeficientes de wavelet, lo que da como resultado un clasificador más eficiente y preciso. Las funciones reducidas se enviaron a la BPNN para clasificar las entradas en normales o anormales.
Tang *et al.*	2011	101 imágenes DICOM CT	CAD de accidente cerebrovascular	Sensitivity=93.33%, specificity=90.3%	Este CAD incluía varios algoritmos para detección de accidente cerebrovascular isquémico, entre ellos: ubicación del eje simétrico del cerebro, extracción de hueso del cráneo con preservación del contenido craneal, ROI adaptativo circular para detectar áreas de cambio de densidad sutil, seguimiento de la línea media anatómica del cerebro por método informático.

Fuente: elaboración propia.

1.2. Terminología

AI *Artificial Intelligence* / Inteligencia Artificial
ML *Machine learning* / Aprendizaje automático
SL *Supervised learning* / Aprendizaje supervisado
UL *Unsupervised learning* / Aprendizaje no supervisado
CV *Computer vision* / Visión artificial
MRI *Magnetic resonance imaging* / Imágenes por resonancia magnética
CAD *Computer-aided diagnosis* / Diagnóstico asistido por computadora
FLAIR *Fluid attenuated inversion recovery* / Recuperación de inversión atenuada por fluidos

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Este estudio propone técnicas de aprendizaje automático no supervisado y de aprendizaje supervisado. Se trata, por una parte, del algoritmo *k-means*; por el otro, una máquina de vectores de soporte (SVM) para el aprendizaje supervisado de los rasgos de resonancias magnéticas del cerebro y clasificación de sujetos normales y patológicos.

2.2. Objetivos específicos

- Hacer una evaluación de la calidad de los datos entregados por la clínica.
- Desarrollar un modelo *k-means* que agrupe la base de datos en sujetos normales y anormales sin conocimiento previo de las etiquetas.
- Modelar un algoritmo SVM que generalice los rasgos característicos de ambos grupos y determine la probabilidad de pertenencia a cada uno.
- Establecer e implementar indicadores que permitan realizar un análisis estadístico del modelo de aprendizaje supervisado.

3. Metodología

3.1. Base de datos

Para lograr que un modelo sea generalizable, debe haber sido entrenado con una base de datos lo suficientemente grande para decir que el algoritmo ha «aprendido la tarea»; casi de la misma manera que un especialista ha alcanzado la experiencia suficiente en su área, después de haber visto a un variado número de pacientes.

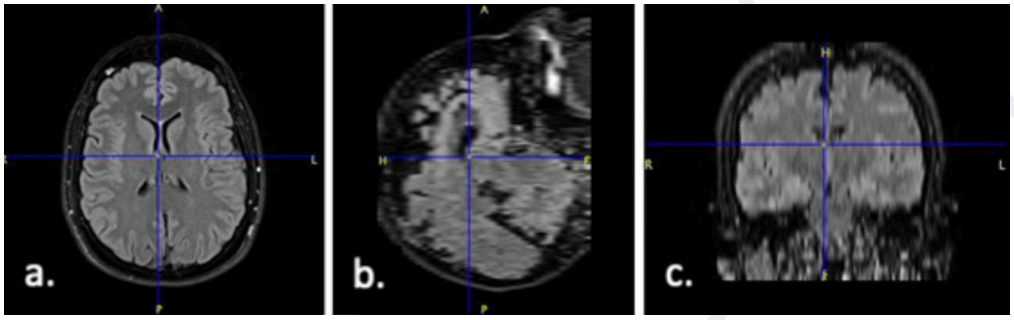
En ese sentido, entre el periodo correspondiente del 1 de mayo al 20 de septiembre de 2022, se recolectó una base de datos de MRI T2-FLAIR de encéfalo en estado de reposo. Esta base de datos se utilizó para el entrenamiento y validación de un algoritmo de clasificación. Se utilizó un equipo Siemens Avanto de 1.5 Tesla para una evaluación cerebral con secuencias eco de gradiente rápido (MPRAGE) T1 con y sin contraste

E.V, i.e. gadolinio, T2, FLAIR, imagen de difusión (DWI) e imagen de susceptibilidad magnética (SWI) en los diferentes planos ortogonales.

Para los fines de este proyecto utilizaremos las imágenes potenciadas en T2-FLAIR, o recuperación de inversión atenuada por fluidos (Figura 2). Albin *et al.* (2022) señala que las secuencias FLAIR se desempeñan en captación anatómica, detección de patologías crónicas, edemas y desmielinización. Tal caso justifica su estudio para cuadros de esclerosis múltiple (Rovira *et al.*, 2010), distintos tipos de tumores (Zeineldin *et al.*, 2020), hidrocefalia (Sener, 2002), en microangiopatías (Wardlaw *et al.*, 2013), entre otros.

Figura 2

Ejemplo de corte de imagen axial (a), sagital (b) y coronal (c) de adquisición ponderada en T2-FLAIR.



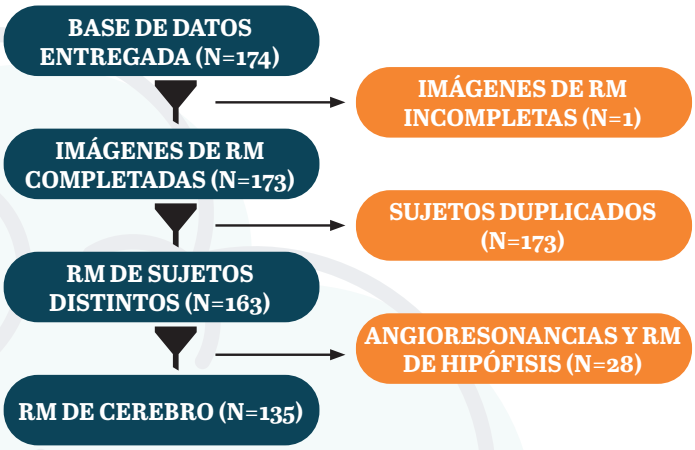
Fuente: elaboración propia.

Según la data clínica, elaborada por el equipo médico, los pacientes referidos manifiestan las siguientes patologías: hidrocefalia, microangiopatía, tumor, infartos, quistes y atrofia cerebral en diferentes grados. La base de datos incluye también estudios de control, i.e. normales.

La RM FLAIR es la primera imagen que estudia el equipo médico previo a una evaluación más profunda mediante las distintas RM ponderadas. Lo que se pretende definir en el presente trabajo es si las RM FLAIR podrían ser un buen clasificador para realizar un prediagnóstico acertado. Por ello, previo al proceso de análisis, se realizó una primera depuración de la data, por lo cual se siguió el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 3, donde también se especifican los criterios de exclusión.

Figura 3

Diagrama de flujo que muestra el proceso de limpieza para este estudio.



Fuente: elaboración propia.

De un total de 174 sujetos entregados por la clínica, se excluyeron los sujetos con una adquisición de RM incompleta (n=1), donde no se encontró más que una imagen bidimensional, sujetos que se encontraban duplicados (n=10), y sujetos con una RM con secuencias distintas, como lo son las angioresonancias y las RM de hipófisis (n=28).

Tras la depuración de la data, la base de datos final quedó reducida a un total de 135 estudios de resonancia magnética potenciada en T2-FLAIR. La información demográfica de los pacientes se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2

Datos demográficos del grupo recolectados para este trabajo, agrupados por edad y sexo.

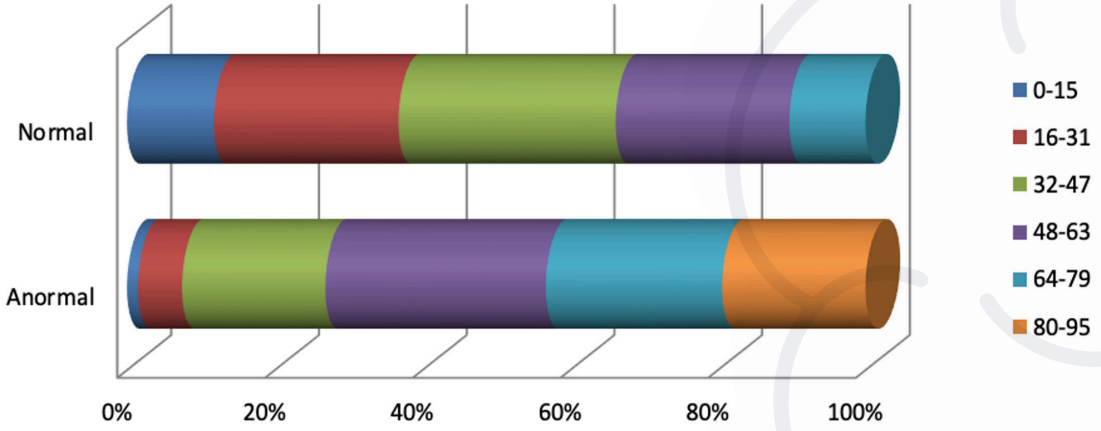
Rango de edad	Mujeres	Hombres	Total
0-15	6	3	9
16-31	15	6	21
32-47	21	12	33
48-63	22	14	36
64-79	13	10	23
80-95	10	3	13
Total	**87**	**48**	**135**

Nota: este es el total de pacientes que se usará para el entrenamiento, validación y testeo de los algoritmos de clasificación.
Fuente: elaboración propia.

Más adelante, se aplicará una técnica de aprendizaje supervisado, por lo que se recogió la data clínica de cada sujeto, una etiqueta proporcionada por el equipo médico, quienes clasificaron los estudios como normales o anormales. La Figura 4 muestra la proporción de datos demográficos utilizados para el entrenamiento del algoritmo de clasificación por aprendizaje supervisado.

Figura 4

Proporción de datos demográficos etiquetados como 'Normal' y 'Anormal'.



Fuente: elaboración propia.

3.2. Normalización

Una de los aspectos que hay que considerar al tratar imágenes médicas es que, previo al proceso de clasificación, es necesario preprocesar las resonancias magnéticas que están en su estado bruto, i.e. '*raw data*'.

Cada resonancia puede contener distintos tipos de artefactos en la imagen, es decir, diferencias de intensidad, tamaño o falsas estructuras (Sartori *et al.*, 2015). De la misma manera que un radiólogo podría malinterpretar una RM debido a una distorsión en la misma, un algoritmo de clasificación podría también generar un diagnóstico erróneo si estas deficiencias no se superan. A este preprocesamiento le llamamos normalización, y consiste en armonizar la data antes de analizarla. A continuación, explicaremos su importancia dentro de esta investigación.

A diferencia de una computadora, un médico especialista en radiología conoce que una resonancia magnética puede contener:

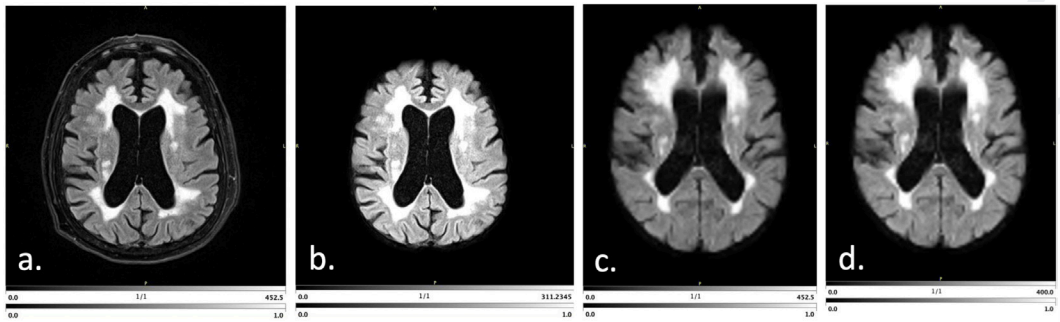
- Regiones del sujeto que no pertenecen al área de interés, en este caso, el encéfalo, y que incluso podrían aparecer como una proyección incompleta en la resonancia.
- Imágenes no alineadas o distorsionadas debido a un cambio en el campo magnético en algunas áreas del encéfalo.
- Debido al tiempo que toma completar el estudio, los sujetos suelen moverse dentro del escáner, voluntaria o involuntariamente, lo que puede provocar:
  - » Correlaciones falsas entre distintas regiones del cerebro.
  - » Que la imagen no esté alineada consigo misma.
  - » Imágenes fantasma o réplicas de una estructura en movimiento que muchas veces se pueden observar en el contorno de la imagen.
  - » Emborronamiento o disminución en la resolución de la imagen.
- Por la misma razón, los sujetos participantes del estudio difícilmente estarán alineados entre sí, dificultando la extracción de patrones de comportamiento.

Tomando en cuenta lo anterior, se siguió el siguiente proceso para la normalización de las imágenes:

a. Lectura de la base de datos ya depurada de estudios incompletos, duplicados y de secuencias distintas.
b. Extracción del cerebro. Para el preprocesamiento de las imágenes FLAIR que tenemos, es necesario extraer el órgano de interés del sistema óseo que lo protege. Esto es porque, en algunos casos, el estudio que incluye el cráneo muestra variaciones que podrían confundir el algoritmo con otras anomalías, i.e. variaciones en un cráneo postquirúrgico.
c. Normalización. Se normalizaron las resonancias magnéticas con una plantilla reconstruida de RM espasmo hemifacial (HFS). Esta plantilla contiene la información morfológica de la cabeza, de modo que, al fusionarla con cada imagen, el resultado es un estudio de resonancia magnética correlacionado con la morfología del paciente. Así, al segmentar el estudio cada región del cerebro es fácilmente reconocible. Este proceso permite parametrizar a todos los estudios en un mismo espacio normalizado, y posibilita un análisis transversal.
d. Homogeneización del umbral del mapa de colores, de modo que la intensidad de la imagen oscile en los mismos valores.

Figura 5

Secuencia de preprocesamiento de la 'raw data' donde se observa: (a) La lectura de un paciente con resolución 34 x 320 x 320, (b) La extracción del cerebro, (c) La normalización mediante plantilla con resolución 91 x 109 x 91 y (d) La corrección del umbral de intensidad.



Fuente: elaboración propia.

3.3. Aprendizaje no supervisado con *k-means*

Las herramientas de aprendizaje no supervisado permiten hacer una distribución de la data cuando no está etiquetada. La técnica de *k-means*, por ejemplo, permite agrupar un conjunto de datos en clústeres que comparten patrones específicos de comportamiento. *K-means*, donde k representa el número de clústeres, asigna iteradamente puntos al clúster más cercano y calcula su centroide hasta que converja. Esta técnica tiene aplicaciones en múltiples campos, incluyendo: segmentación de mercado, visión artificial o *computer vision*, análisis de textos o *text-mining*, identificación de zonas propensas a la delincuencia, optimización de tiempos de entrega, predicción de zonas de tráfico en la ciudad, análisis de llamadas, detección de fraude en bancos y agencias de seguros, detección de delincuencia cibernética y un largo etcétera. Usaremos este algoritmo de aprendizaje no supervisado como primera aproximación para la clasificación de nuestra base de datos de resonancias magnéticas.

K-means utiliza un número predeterminado de clústeres para medir las distancias vectoriales del patrón de referencia establecido por cada vóxel. Partiendo en un punto arbitrario, el algoritmo asigna a un conjunto de datos un centroide y, a cada iteración, promedia la suma de los mismos para generar un nuevo centroide. Este proceso se ejecuta hasta que el tamaño del clúster sea invariable, es decir, hasta que converja (Ecuación 1).

Ecuación 1

Función de error al cuadrado. Dado un número de clústeres k, el algoritmo k-means busca minimizar la varianza total dentro del clúster, la cual se calcula mediante esta ecuación.

$$E = \sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{n} \left\| x_i - c_j \right\|^2$$

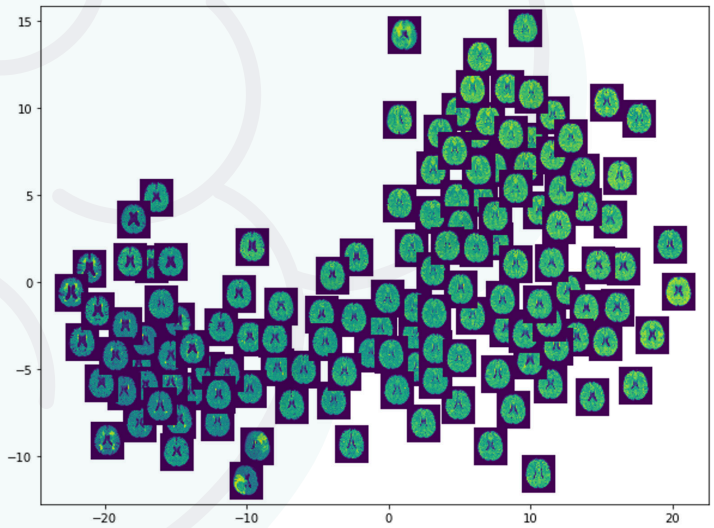
donde:

$\left\| x_i - c_j \right\|^2$ es la función de distancia
k es el número de clústeres
n es el número de datos
x_i es el valor i
c_j es el centroide del clúster j

Aplicando este método a nuestra base de datos, tenemos un conjunto de resonancias magnéticas de encéfalo, las cuales podemos visualizar con ayuda de la Figura 6. Para la implementación de la técnica de aprendizaje no supervisado, usamos el lenguaje de programación Python y las funciones de *scikit-learn* (https://scikit-learn.org) para el modelamiento de *k-means*.

Figura 6

Visualización de la base de datos puesta dentro del mismo sistema de coordenadas.



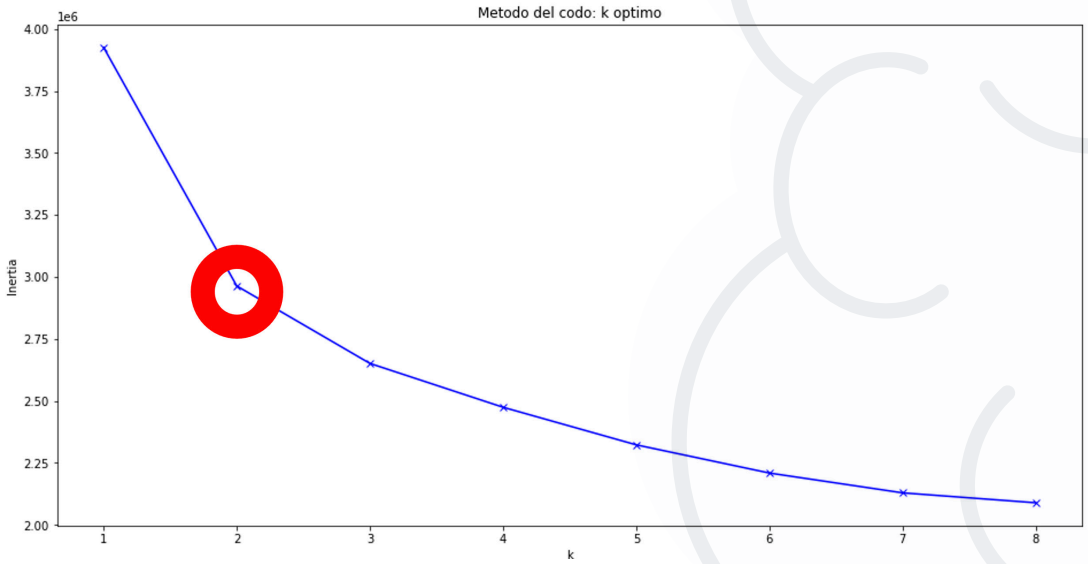
Fuente: elaboración propia.

Aunque *k-means* es un algoritmo de costo computacional bajo, lo cual lo hace muy rápido de ejecutar, puede ser difícil determinar cuál es el número óptimo de clústeres en el que se deben separar los datos y agrupar imágenes que no necesariamente pertenecen al mismo grupo.

Para solventar este problema, aplicaremos el método del codo que utiliza la función de la Ecuación 1 para calcular la suma de las distancias al cuadrado de las muestras a su centro más cercano, i.e. centroide. Se aplicó el método del codo a la base de datos de resonancias magnéticas (ver Figura 7).

Figura 7

Método del codo para la selección del número óptimo de clústeres utilizando la base de datos de resonancias magnéticas. Visualización de un rango entre 1 y 8 clústeres.



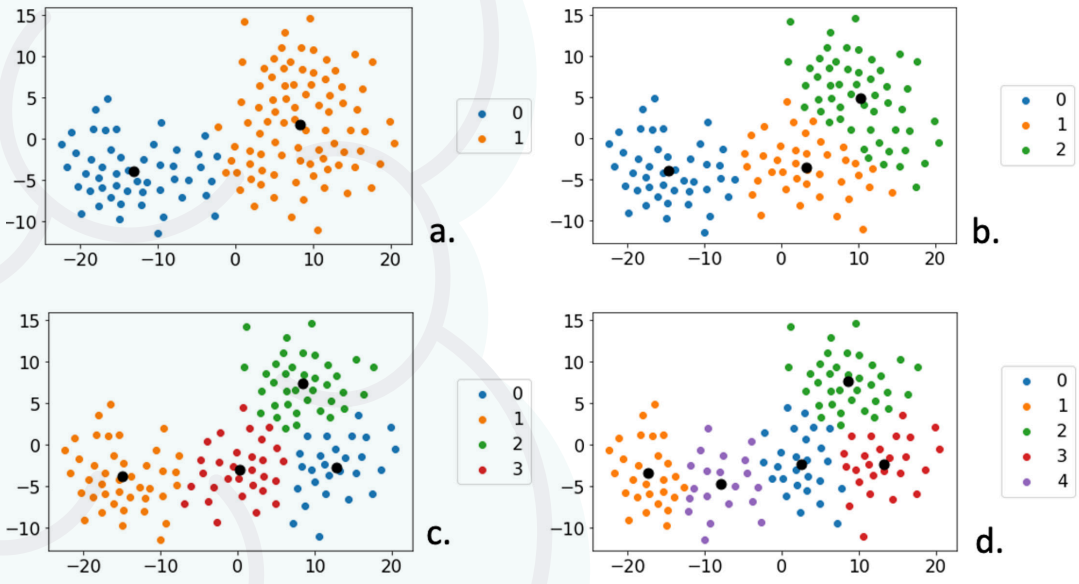
Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la Figura 7, a medida que k aumenta, este valor tiende a cero, lo que facilita detectar la distribución que permite una mayor concentración o cercanía entre sus puntos. Es por eso que el k óptimo que se elige corresponde al número de clústeres donde la pendiente de la curva hace un cambio más pronunciado en comparación con los clústeres que le siguen. En nuestro caso, se puede observar el cambio de inclinación a partir de k=2, por lo que analizaremos los resultados para ese número de clústeres.

Los resultados de la agrupación en k=2 clústeres se puede observar en la Figura 8a. (ver anexo: Tabla 6 para la clasificación binaria). Para comparar, agregamos también la visualización de la clasificación que haría el algoritmo en caso de dividir la base de datos en k=3 (Figura 8b.), k=4 (Figura 8c.) y k=5 (Figura 8d.) clústeres. Una de las muchas ventajas de *k-means* incluyen su bajo costo computacional, y la capacidad de detectar patrones por sí mismo, incluso aquellos que podrían haberse pasado por alto. El hecho de que *k-means* se basa únicamente en los datos introducidos, omite el sesgo que podría implicar un error médico de diagnóstico.

Figura 8

Resultados de agrupación utilizando técnica de aprendizaje no supervisado k-means para k=2 (a), k=3 (b), k=4 (c) y k=5 (d).



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en el campo médico los estudios no siempre se limitan a un diagnóstico positivo o negativo. Una misma patología podría tener varios estados intermedios, por ejemplo, estados de atrofia, angiopatías, tumores, etc. Sin embargo, esta primera aproximación nos da una perspectiva de la distribución de nuestra data, y nos acerca a nuestro objetivo de crear un CAD que agilice el proceso de diagnóstico de una clínica radiológica.

3.4. Aprendizaje supervisado con *Support Vector Machines* (SVM)

A diferencia de la técnica tratada en el apartado anterior, los algoritmos de aprendizaje supervisado necesitan datos etiquetados para ser entrenados. Como se dijo al final de la sección 3.1 Base de datos, para etiquetar todos los estudios recogimos la data clínica de cada sujeto, y combinamos dicha información con una etiqueta proporcionada por un médico especialista, quien clasificó cada estudio como normal o patológico. El criterio para generar la etiqueta para el entrenamiento del algoritmo de ML fue el siguiente:

- Si ambas fuentes coinciden en asignar una etiqueta de estudio normal o anormal, esa corresponderá a la etiqueta para el entrenamiento del algoritmo.
- Si la data clínica menciona, además, antecedentes patológicos reflejados en la RM, la etiqueta de dicho estudio será 'anormal'.
- Si la data clínica etiqueta un estudio como 'normal' considerando factores de edad, pero el doctor lo etiquetó como 'anormal', el estudio se tomará como 'anormal'[2].

La Figura 4 muestra la proporción de datos demográficos utilizados para el entrenamiento del algoritmo de clasificación por aprendizaje supervisado. Ya se ha mencionado la variedad de métodos aplicados para el desarrollo de diagnósticos asistidos por computadora (CAD). La metodología que seguirá este modelo '*Support Vector Machine*' se divide en cuatro etapas, especificadas en la Tabla 3.

Tabla 3

Las cuatro etapas del algoritmo de máquinas de vector de soporte para la detección de anomalías en resonancias magnéticas F2-FLAIR.

Etapa 1. Lectura y normalización
1. Dada una base de datos sin procesar. 2. Filtrar base de datos según los criterios de exclusión. 3. Importar y leer la data en *pixel_array* utilizando paquete ´pydicom´ en Python. 4. Normalizar los valores de píxel. 5. Dividir el conjunto de datos etiquetados en conjunto de entrenamiento/testeo (80 % / 20 %)
Etapa 2. Modelamiento
6. Usamos *GridSearchCV* para optimizar los parámetros del estimados, incluyendo C, kernel y gamma. 7. Combinación de mejores parámetros: {´C´:5, ´gamma´: ´scale´, ´kernel´: ´rbf´, ´random_state´:0}. 8. Aplicar validación cruzada (*cross-validation k-fold*) para evitar el sobreajuste del modelo con k=10. 9. Generar modelo SVM usando parámetros y técnica de validación cruzada con los datos de entrenamiento.

2 De esto se hablará más adelante, en la sección de Futuras líneas de trabajo.

Etapa 3. Evaluación del modelo
10. Evaluar el modelo según métricas de desempeño: exactitud, precisión, recuperación, valor-F y AUC. 11. Seleccionar modelo. 12. Correr el modelo de clasificación con los datos de testeo.
Etapa 4. Clasificación
13. Clasificar los estudios según el grado de pertenencia a cada grupo.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo el modelo entrenado con la porción de la data destinada para la tarea de clasificación binaria, evaluamos la exactitud con la que el modelo de SVM es capaz de predecir el diagnóstico binario, con un resultado de 96.3 %. Los indicadores de precisión, recuperación y valor-F, calculados según las fórmulas en la Ecuación 2, se recogen en la Tabla 4.

Ecuación 2

Dado Verdadero Positivo (VP), Verdadero Negativo (VN), Falso Positivo (FP) y Falso Negativo (FN), (a) Calcula la porción de estudios sobre la muestra que fueron correctamente clasificados, tanto normales como anormales, (b) Calcula la porción de estudios clasificados como normales, (c) Calcula la porción de estudios normales que fueron clasificados correctamente y (d) Mide la relación entre la precisión y recuperación obtenida.

$$\frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN} \quad \text{(Exactitud)} \quad \text{(a)}$$

$$\frac{VP}{VP+FP} \quad \text{(Precisión)} \quad \text{(b)}$$

$$\frac{VP}{VP+FN} \quad \text{(Recuperacion)} \quad \text{(c)}$$

$$2 * \frac{\text{precisión} * \text{recuperacion}}{\text{precisión} + \text{recuperacion}} \quad \text{(Valor-F)} \quad \text{(d)}$$

Tabla 4

Indicadores de desempeño precisión (precisión), recuperación (recall) y valor-F (f1-score) del modelo SVM para la clasificación de resonancias magnéticas T2-FLAIR, donde (0) representa los estudios anormales y (1) los estudios normales.

	Precisión	Recuperación	Valor-F
Anormales (0)	0.98	0.95	0.96
Normales (1)	0.94	0.98	0.98

Fuente: elaboración propia.

Dada una base de datos balanceada como la nuestra (con 68 estudios normales y 67 anormales), la curva característica operativa del receptor ROC (por sus siglas en inglés), proporciona una representación gráfica del desempeño de nuestro clasificador binario. Como se menciona en la Ecuación 2, el modelo, una vez entrenado, genera predicciones correctas de estudios Normales (1), *verdadero positivo*, o puede equivocarse en la predicción, *falso positivo* (ver Tabla 5).

Tabla 5

Matriz de confusión para el cálculo de los indicadores de desempeño.

		PREDICCIÓN 0	PREDICCIÓN 1
ETIQUETA MÉDICA	0	VN	FP
	1	FN	VP

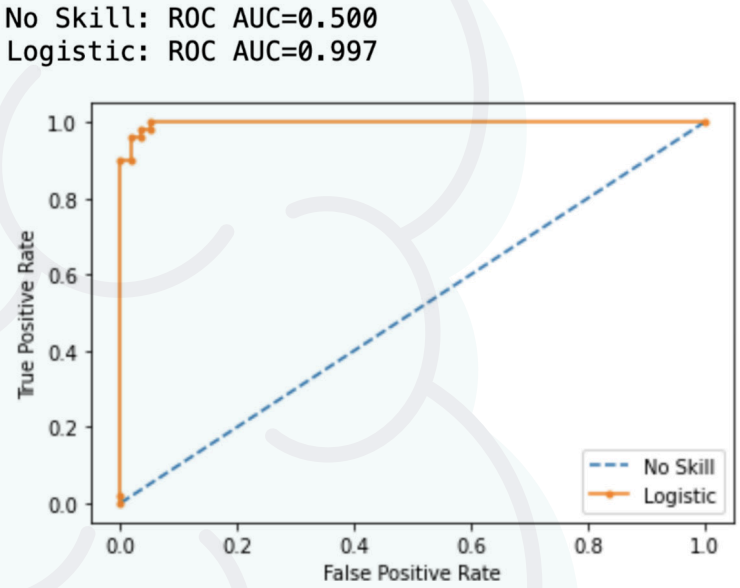
Fuente: elaboración propia.

La curva ROC facilita la visualización del poder predictivo de un modelo, y permite su comparación con otros modelos de clasificación binaria. Así, un modelo predictivo con una exactitud del 100 % se vería como una L invertida; mientras que un modelo de predicción aleatoria totalmente al azar, se vería como una línea vertical que cruza la figura desde la esquina inferior izquierda hasta la esquina superior derecha (Figura 9, la línea punteada azul).

Teniendo la curva ROC, podemos cuantificar su desempeño mediante el cálculo del área bajo la curva (AUC). Según se explicó anteriormente, siendo el espacio donde se grafica la curva un cuadrado, se puede predecir que el AUC de un modelo con una clasificación perfecta será 1, mientras que la de un modelo de clasificación aleatorio será 0.5. Por lo mismo, mientras el valor AUC sea más cercano a 1, el desempeño del modelo será mejor; mientras, si se acerca a 0.5, el resultado de la predicción será parecida a la que se obtiene al tirar un dado: aleatoria.

Figura 9

Curva ROC y AUC para el modelo de aprendizaje supervisado SVM.



Fuente: elaboración propia.

La Figura 9 muestra la curva ROC y el valor del área bajo la curva (AUC = 0.997) para el modelo que hemos entrenado con nuestra base de datos de resonancias magnéticas T2-FLAIR. Es importante mencionar que, aunque un AUC = 1 sea tentador, en algunos casos refleja un modelo sobre ajustado. Un modelo de clasificación perfecta podría ser un clasificador que «ha aprendido demasiado bien la tarea» para un determinado conjunto de datos, sin llegar a generalizar el patrón de los mismos para la clasificación. Este comportamiento de «memorizar» la data le impide extrapolar la tarea a nuevos datos.

Los resultados de exactitud, precisión, recuperación, valor-F y área bajo la curva (AUC) demuestran que nuestro marco de aprendizaje supervisado propuesto tiene

un excelente desempeño. Sin embargo, sería un error acabar este artículo sin antes agregar las limitaciones que se encontraron a lo largo de esta investigación.

4. Limitaciones

La primera y más evidente limitación es la adquisición de imágenes médicas. Los algoritmos de aprendizaje automático supervisado deben ser alimentados con enormes bases de datos con etiqueta para ser bien entrenados. En esta investigación se recibieron un total de 174 imágenes, de las cuales 39 fueron descartadas por estar incompletas, repetidas o adquiridas en una secuencia distinta, lo que nos dejó un total de 135 MRIs. En tanto, para una clasificación acertada de imágenes normales y anormales, es importante tener una cantidad considerable de imágenes que permitan aprender las características específicas de ambos grupos. Además, hay que mencionar que, dentro de las resonancias etiquetadas como anormales, la data clínica señala que muchas poseen dos o más condiciones patológicas, lo que aumenta la variabilidad dentro del mismo grupo y dificulta el aprendizaje de las características, sobre todo cuando la base de datos es pequeña.

Para la tarea de etiquetar los datos y poder entrenar el algoritmo supervisado, se pidió al equipo médico que agregara la etiqueta. Aunque la mayor parte de estos fue clasificada, aproximadamente un 20 % fue etiquetada según la lectura de la orden para la preclasificación de los datos. A pesar de que la lectura resume todo lo que se observa en la resonancia, este paso introduce una excepción en el criterio, lo que reduce consistencia en el proceso y fiabilidad en el resultado. Se debe mencionar que este proceso de etiquetado se utilizó como «estándar de verdad» para el entrenamiento del clasificador. Es decir, los resultados obtenidos por el algoritmo dependerán siempre de la validez que tengan los datos etiquetados con los que fue entrenado. Por esta razón, se podría indicar que el algoritmo acierta o no en su predicción, en la medida en que el equipo médico haya acertado en el diagnóstico.

5. Conclusiones

En este estudio se utilizaron 135 resonancias magnéticas de encéfalo potenciadas en T2-FLAIR, para aplicar técnicas de aprendizaje automático como método de diagnóstico asistido por computadora. Teniendo la habitual evaluación realizada por el equipo médico de una clínica, se utilizó esta información para clasificar las

resonancias como 'normales' o 'anormales'. De la base de datos, se destinó un 80 % para entrenar el modelo y un 20 % para probarlo. El resultado de la exactitud para el modelo de aprendizaje supervisado SVM fue de 96.3 % de concordancia con la clasificación realizada con ayuda del equipo médico.

Dado que en el campo médico es difícil hacer una separación global entre diagnósticos positivos y negativos, el hecho de que la predicción del algoritmo de aprendizaje supervisado proporcione un 'grado de pertenencia' a uno u otro grupo flexibiliza los resultados obtenidos (ver anexo: Tabla 7). Desde esta perspectiva, a diferencia del *k-means*, cuya clasificación es más bien dura, el SVM entrega el porcentaje de probabilidad de que un estudio de resonancia magnética sea normal o patológico.

6. Futuras líneas de trabajo

En uno de los criterios para etiquetar las imágenes, se explicó que, si la data clínica etiqueta un estudio como 'normal' considerando factores de edad, pero el doctor lo etiqueta como 'anormal', el estudio se tomará como 'anormal'. En caso de tener una base de datos lo suficientemente amplia para distintos rangos de edad, se podrían utilizar las técnicas de visión computarizada para hacer una clasificación de anomalías en RM que tome en cuenta las características demográficas de la base de datos. Esto permitirá crear un clasificador más 'fino', e.g. un estudio anormal para un sujeto en el rango de 15 a 60 años, podría ser clasificado como normal para un sujeto que supere ese rango.

Con la misma lógica, tener una base de datos balanceada con distintas patologías ayudaría a crear un algoritmo de aprendizaje supervisado multiclase. Más bien, si alimentamos la base de datos que se tiene con más pacientes con hidrocefalia, tumores, microangiopatías, etc., se podría clasificar no solo grupos de sujetos normales y anormales, sino que, dentro de los anormales, predecir el porcentaje de pertenencia a cierta patología.

Referencias

Albin, C.S.W. y Zafar, S.F. (2022). *Basics of magnetic resonance imaging (MRI) ordering and assessment.* In: Albin, C.S., Zafar, S.F. (eds) The Acute Neurology Survival Guide. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75732-8_7

Arunkumar, N., Mohammed, M. A., Abd Ghani, M. K., Ibrahim, D. A., Abdulhay, E., Ramirez-Gonzalez, G. y de Albuquerque, V. H. C. (2019). K-means clustering and neural network for object detecting and identifying abnormality of brain tumor. *Soft Computing*, *23*, 9083-9096. https://doi.org/10.1007/s00500-018-3618-7

Astley, S. M. y Gilbert, F. J. (2004). Computer-aided detection in mammography. *Clinical radiology, 59* (5), 390–399. https://doi.org/10.1016/j.crad.2003.11.017

Bengs, M., Behrendt, F., Laves, M. H., Krüger, J., Opfer, R. y Schlaefer, A. (2022). Unsupervised anomaly detection in 3D brain MRI using deep learning with multi-task brain age prediction. In *Medical Imaging 2022: Computer-Aided Diagnosis* (Vol. 12033, pp. 291-295). https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.13081

De Coene, B., Hajnal, J. V., Gatehouse, P., Longmore, D. B., White, S. J., Oatridge, A., Pennock, J. M., Young, I. R. y Bydder, G. M. (1992). MR of the brain using fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences. AJNR. *American journal of neuroradiology*, 13 (6), 1555–1564.

Doi, K. (2004). Overview on research and development of computer-aided diagnostic schemes. *Seminars in ultrasound, CT, and MR, 25* (5), 404–410. https://doi.org/10.1053/j.sult.2004.02.006

Doi, K. (2007). Computer-aided diagnosis in medical imaging: historical review, current status and future potential. *Computerized medical imaging and graphics, 31* (4-5), 198-211. https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2007.02.002

Duan, W., Zhang, J., Zhang, L., Lin, Z., Chen, Y., Hao, X., Wang, Y. y Zhang, H. (2020). Evaluation of an artificial intelligent hydrocephalus diagnosis model based on transfer learning. *Medicine, 99* (29), e21229. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000021229

Elshennawy, N. M. y Ibrahim, D. M. (2020). Deep-pneumonia framework using deep learning models based on chest x-ray images. *Diagnostics (Basel, Switzerland), 10* (9), 649. https://doi.org/10.3390/diagnostics10090649

Firmino, M., Angelo, G., Morais, H., Dantas, M. R. y Valentim, R. (2016). Computer-aided detection (CADe) and diagnosis (CADx) system for lung cancer with likelihood of malignancy. *Biomedical engineering online, 15* (1), 2. https://doi.org/10.1186/s12938-015-0120-7

Hajnal, J.V., Bryant, D.J., Kasuboski, L., Pattany, P.M., De Coene, B., Lewis, P.D., Pennock, J.M., Oatridge, A., Young, I.R. y Bydder, G.M. (1992). Use of fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences in MRI of the brain. *Journal of computer assisted tomography, 16* (6), 841-844. https://doi.org/10.1097/00004728-199211000-00001

Hirschauer, T. J., Adeli, H. y Buford, J. A. (2015). Computer-aided diagnosis of parkinson's disease using enhanced probabilistic neural network. *Journal of medical systems, 39* (11), 179. https://doi.org/10.1007/s10916-015-0353-9

Karkanis, S. A., Lakovidis, D. K., Maroulis, D. E., Karras, D. A. y Tzivras, M. (2003). Computer-aided tumor detection in endoscopic video using color wavelet features. *IEEE transactions on information technology in biomedicine: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 7* (3), 141–152. https://doi.org/10.1109/titb.2003.813794

Kaul, V., Enslin, S. y Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy*, 92(4), 807-81. https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040

Khosla, M., Jamison, K., Ngo, G. H., Kuceyeski, A. y Sabuncu, M. R. (2019). Machine learning in resting-state fMRI analysis. *Magnetic resonance imaging, 64*, 101-121. https://doi.org/10.1016/j.mri.2019.05.031

Kim, B., Kwon, K., Oh, C. y Park, H. (2021). Unsupervised anomaly detection in MR images using multicontrast information. *Medical physics, 48* (11), 7346–7359. https://doi.org/10.1002/mp.15269

Lei, X. y Yang, Y. (2022). Deep learning-based magnetic resonance imaging in diagnosis and treatment of intracranial aneurysm. *Computational and mathematical methods in medicine, 2022*, 1683475. https://doi.org/10.1155/2022/1683475

Li, Q., Li, F., Suzuki, K., Shiraishi, J., Abe, H., Engelmann, R., Nie, Y., MacMahon, H. y Doi, K. (2005). Computer-aided diagnosis in thoracic CT. *Seminars in ultrasound, CT, and MR, 26* (5), 357–363. https://doi.org/10.1053/j.sult.2005.07.001

Matulewicz, L., Jansen, J. F., Bokacheva, L., Vargas, H. A., Akin, O., Fine, S. W., Shukla-Dave, A., Eastham, J. A., Hricak, H., Koutcher, J. A. y Zakian, K. L. (2014). Anatomic segmentation improves prostate cancer detection with artificial neural networks analysis of 1H magnetic resonance spectroscopic imaging. *Journal of magnetic resonance imaging: JMRI, 40* (6), 1414–1421. https://doi.org/10.1002/jmri.24487

Mohsen, H., El-Dahshan, E. S. A. y Salem, A. B. M. (2012). A machine learning technique for MRI brain images. *In 2012 8th International Conference on Informatics and Systems (INFOS)* (pp. BIO-161). IEEE.

Montejo, L. D., Jia, J., Kim, H. K., Netz, U. J., Blaschke, S., Müller, G. A. y Hielscher, A. H. (2013). Computer-aided diagnosis of rheumatoid arthritis with optical tomography, part. 1: feature extraction. *Journal of biomedical optics, 18* (7), 076001. https://doi.org/10.1117/1.JBO.18.7.076001

Mori, Y., Kudo, S. E., Berzin, T. M., Misawa, M. y Takeda, K. (2017). Computer-aided diagnosis for colonoscopy. *Endoscopy, 49* (8), 813–819. https://doi.org/10.1055/s-0043-109430

Öman, O., Mäkelä, T., Salli, E., Savolainen, S. y Kangasniemi, M. (2019). 3D convolutional neural networks applied to CT angiography in the detection of acute ischemic stroke. *European radiology experimental, 3* (1), 8. https://doi.org/10.1186/s41747-019-0085-6

Rebouças Filho, P. P., Sarmento, R. M., Holanda, G. B. y de Alencar Lima, D. (2017). New approach to detect and classify stroke in skull CT images via analysis of brain tissue densities. *Computer methods and programs in biomedicine, 148*, 27–43. https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2017.06.011

Rouhi, R., Jafari, M., Kasaei, S. y Keshavarzian, P. (2015). Benign and malignant breast tumors classification based on region growing and CNN segmentation. *Expert Systems with Applications, 42* (3), 990-1002. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.09.020

Rovira, A., Tintoré, M., Álvarez-Cermeño, J. C., Izquierdo, G. y Prieto, J. M. (2010). Recomendaciones para la utilización e interpretación de los estudios de resonancia magnética en la esclerosis múltiple. *Neurología, 25* (4), 248-265. https://doi.org/10.1016/j.nrl.2010.03.001

Sartori, P., Rozowykniat, M., Siviero, L., Barba, G., Peña, A., Mayol, N., Acosta, D., Castro, J. y Ortiz, A. (2015). Artefactos y artificios frecuentes en tomografía computada y resonancia magnética. *Revista argentina de radiología, 79* (4), 192-204. https://doi.org/10.1016/j.rard.2015.04.005

Schmid-Saugeona, P., Guillodb, J. y Thirana, J. P. (2003). Towards a computer-aided diagnosis system for pigmented skin lesions. *Computerized medical imaging and graphics: the official journal of the Computerized Medical Imaging Society, 27* (1), 65–78. https://doi.org/10.1016/s0895-6111(02)00048-4

Sener, R. N. (2002). Callosal changes in obstructive hydrocephalus: observations with FLAIR imaging, and diffusion MRI. *Computerized medical imaging and graphics: the official journal of the Computerized Medical Imaging Society, 26* (5), 333–337. https://doi.org/10.1016/s0895-6111(02)00032-0

Suganthe, R. C., Latha, R. S., Geetha, M. y Sreekanth, G. R. (2020). Diagnosis of Alzheimer's disease from brain magnetic resonance imaging images using deep learning algorithms. *Advances in Electrical and Computer Engineering, 20* (3), 57-64. https://doi.org/10.4316/AECE.2020.03007

Suzuki, K. (2017). Overview of deep learning in medical imaging. *Radiological physics and technology, 10* (3), 257-273. https://doi.org/10.1007/s12194-017-0406-5

Tang, F. H., Ng, D. K. y Chow, D. H. (2011). An image feature approach for computer-aided detection of ischemic stroke. *Computers in biology and medicine, 41* (7), 529–536. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2011.05.001

Toğaçar, M., Ergen, B. y Cömert, Z. (2020). BrainMRNet: brain tumor detection using magnetic resonance images with a novel convolutional neural network model. *Medical hypotheses, 134*, 109531. https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.109531

Vargas, J., Spiotta, A. y Chatterjee, A. R. (2018). Initial experiences with artificial neural networks in the detection of computed tomography perfusion deficits. *World neurosurgery*, S1878-8750(18)32382-9. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.10.084

Wardlaw, J.M., Smith, E.E., Biessels, G.J., Cordonnier, C., Fazekas, F., Frayne, R., Lindley, R.I., T O'Brien, J., Barkhof, F., Benavente, O.R. y Black, S.E. (2013). Neuroimaging standards for research into small vessel disease and its contribution to ageing and neurodegeneration. *The Lancet Neurology, 12* (8), 822-838. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70124-8

Yan, P., Suzuki, K., Wang, F. y Shen, D. (2013). Machine learning in medical imaging. *Machine Vision and Applications, 24*, 1327-1329. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1223-8_4

Yoshida, H. y Nappi, J. (2001). Three-dimensional computer-aided diagnosis scheme for detection of colonic polyps. *IEEE transactions on medical imaging, 20* (12), 1261-1274. https://doi.org/10.1109/42.974921

Zaharchuk, G., Gong, E., Wintermark, M., Rubin, D. y Langlotz, C. P. (2018). Deep learning in neuroradiology. *American Journal of Neuroradiology, 39* (10), 1776-1784. https://doi.org/10.3174/ajnr.A5543

Zeineldin, R. A., Karar, M. E., Coburger, J., Wirtz, C. R. y Burgert, O. (2020). DeepSeg: deep neural network framework for automatic brain tumor segmentation using magnetic resonance FLAIR images. *International journal of computer assisted radiology and surgery, 15*, 909-920. https://doi.org/10.1007/s11548-020-02186-z

Anexos

Tabla 6

Resultados de la agrupación utilizando técnica de aprendizaje no supervisado k-means con base de datos de resonancias magnéticas, con k = 2. La etiqueta corresponde a 1 para 'Normal' y 0 para 'Anormal'.

ID	K-means (k=2)	ID	K-means (k=2)	ID	K-means (k=2)
1	1	57	0	121	1
2	1	59	1	122	0
3	1	60	0	123	0
4	1	61	1	126	1
5	1	62	0	127	1
6	1	63	1	128	1
7	1	64	0	129	1
10	1	65	1	130	1
11	1	66	0	131	1
12	1	67	1	132	1
13	1	68	1	133	1
14	1	70	1	134	1
15	1	71	1	135	0
16	1	72	1	137	0
18	1	73	0	138	0
19	1	74	0	139	1
20	1	76	0	140	1
22	1	79	1	141	1
24	1	80	0	142	1
25	1	82	1	143	1
26	1	83	1	144	1
27	1	84	1	145	1
28	1	85	1	146	0
31	1	86	0	148	1
36	1	87	1	149	0
37	1	88	1	150	1
38	1	89	1	151	0
39	1	90	1	152	1
40	1	91	1	153	1
41	0	92	1	155	1
42	1	104	1	158	0
43	1	105	1	159	1
44	1	106	0	160	1
45	1	107	1	161	0
46	1	108	0	162	1
47	1	109	1	163	0
48	1	110	1	164	0
49	1	111	0	166	1
50	1	112	1	167	0
51	1	113	1	168	1
52	0	115	0	169	1
53	0	116	0	170	0
54	1	118	0	171	1
55	0	119	1	172	1
56	1	120	0	174	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7

Resultados de la agrupación de datos de testeo utilizando técnica de aprendizaje supervisado de SVM con base de datos de resonancias magnéticas. La etiqueta corresponde a 1 para 'Normal' y 0 para 'Anormal'. Los estudios con letras rojas corresponden a aquellos cuya etiqueta predictiva no corresponde a la etiqueta de la clínica.

ID	Normal (1)	Anormal (0)	ID	Normal (1)	Anormal (0)	ID	Normal (1)	Anormal (0)
['001''1']	83.97%	16.03%	['057''0']	6.80%	93.20%	['121''1']	83.98%	16.02%
['002''1']	83.98%	16.02%	['059''1']	56.85%	43.15%	['122''0']	3.64%	96.36%
['003''1']	83.98%	16.02%	['060''0']	12.20%	87.80%	['123''0']	12.20%	87.80%
['004''1']	83.97%	16.03%	['061''1']	83.97%	16.03%	['126''1']	83.97%	16.03%
['005''1']	83.98%	16.02%	['062''0']	11.63%	88.37%	['127''1']	83.97%	16.03%
['006''1']	83.98%	16.02%	['063''1']	83.98%	16.02%	['128''1']	83.97%	16.03%
['007''1']	83.97%	16.03%	['064''0']	12.20%	87.80%	['129''0']	13.46%	86.54%
['010''1']	85.59%	14.41%	['065''0']	12.20%	87.80%	['130''0']	12.21%	87.79%
['011''1']	83.97%	16.03%	['066''0']	2.87%	97.13%	['131''1']	78.05%	21.95%
['012''1']	83.98%	16.02%	['067''1']	83.98%	16.02%	['132''0']	17.73%	82.27%
['013''1']	83.98%	16.02%	['068''1']	83.98%	16.02%	['133''0']	17.98%	82.02%
['014''1']	83.97%	16.03%	['070''1']	78.85%	21.15%	['134''0']	21.95%	78.05%
['015''1']	83.98%	16.02%	['071''0']	40.25%	59.75%	['135''0']	2.29%	97.71%
['016''1']	83.97%	16.03%	['072''1']	83.97%	16.03%	['137''0']	1.60%	98.40%
['018''1']	83.98%	16.02%	['073''0']	0.93%	99.07%	['138''0']	3.08%	96.92%
['019''1']	83.97%	16.03%	['074''0']	12.20%	87.80%	['139''1']	83.98%	16.02%
['020''1']	83.98%	16.02%	['076''0']	5.91%	94.09%	['140''0']	37.96%	62.04%
['022''1']	91.37%	8.63%	['079''0']	44.80%	55.20%	['141''1']	83.97%	16.03%
['024''1']	83.97%	16.03%	['080''0']	12.20%	87.80%	['142''1']	83.97%	16.03%
['025''1']	83.97%	16.03%	['082''0']	12.21%	87.79%	['143''1']	83.97%	16.03%
['026''1']	83.98%	16.02%	['083''0']	33.22%	66.78%	['144''0']	37.03%	62.97%
['027''0']	18.10%	81.90%	['084''1']	83.97%	16.03%	['145''0']	38.84%	61.16%
['028''1']	67.56%	32.44%	['085''1']	83.98%	16.02%	['146''0']	12.21%	87.79%
['031''0']	82.57%	17.43%	['086''0']	12.21%	87.79%	['148''1']	82.26%	17.74%
['036''1']	83.97%	16.03%	['087''0']	37.74%	62.26%	['149''0']	1.25%	98.75%
['037''0']	24.44%	75.56%	['088''0']	53.37%	46.63%	['150''0']	12.20%	87.80%
['038''1']	83.97%	16.03%	['089''0']	30.89%	69.11%	['151''0']	8.01%	91.99%
['039''1']	83.97%	16.03%	['090''0']	18.53%	81.47%	['152''0']	37.89%	62.11%
['040''0']	27.18%	72.82%	['091''0']	12.21%	87.79%	['153''0']	49.22%	50.78%
['041''0']	12.20%	87.80%	['092''0']	60.56%	39.44%	['155''1']	83.97%	16.03%
['042''1']	83.97%	16.03%	['104''0']	12.20%	87.80%	['158''1']	50.00%	50.00%
['043''1']	83.97%	16.03%	['105''1']	83.98%	16.02%	['159''0']	26.90%	73.10%
['044''1']	83.97%	16.03%	['106''0']	12.20%	87.80%	['160''1']	83.98%	16.02%
['045''1']	83.97%	16.03%	['107''0']	47.32%	52.68%	['161''0']	8.49%	91.51%
['046''1']	83.99%	16.01%	['108''0']	12.20%	87.80%	['162''1']	83.98%	16.02%
['047''1']	83.98%	16.02%	['109''0']	12.20%	87.80%	['163''0']	0.49%	99.51%
['048''1']	83.98%	16.02%	['110''1']	83.98%	16.02%	['164''0']	12.20%	87.80%
['049''1']	83.97%	16.03%	['111''0']	1.41%	98.59%	['166''1']	83.97%	16.03%
['050''1']	83.98%	16.02%	['112''0']	12.20%	87.80%	['167''0']	1.59%	98.41%
['051''0']	14.71%	85.29%	['113''1']	83.98%	16.02%	['168''1']	83.97%	16.03%
['052''0']	12.20%	87.80%	['115''0']	12.20%	87.80%	['169''1']	83.98%	16.02%
['053''0']	0.76%	99.24%	['116''0']	3.98%	96.02%	['170''0']	0.99%	99.01%
['054''1']	83.97%	16.03%	['118''0']	4.45%	95.55%	['171''1']	83.98%	16.02%
['055''0']	0.36%	99.64%	['119''0']	12.20%	87.80%	['172''0']	12.20%	87.80%
['056''1']	83.97%	16.03%	['120''0']	12.21%	87.79%	['174''1']	83.99%	16.01%

Fuente: elaboración propia.

Eficiencia y seguridad de la estimulación magnética transcraneal (EMT) en el tratamiento para la depresión juvenil[1]

Efficiency and safety of transcranial magnetic stimulation (TMS) in the treatment of juvenile depression

Luciana Mejía Figueroa
Licenciatura en Neurociencias, Universidad de Colorado, Boulder, Estados Unidos.
Licenciatura en Psicología, Universidad de Colorado, Boulder, Estados Unidos.
Maestría en Neurologopedia y Rehabilitación, Instituto Superior de Psicología y Educación, España.
Doctorado en Neurociencias y Psicofarmacología, Cambridge, Inglaterra.
Investigadora Asociada del Centro Universitario de Neurociencia (CUN), del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
https://orcid.org/0000-0001-9857-8131
luciana.mejia@neurorh.com

1 Nota del autor: esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Universidad Francisco Gavidia, a través del Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación (ICTI). Cualquier comunicación que se desee realizar por motivos de este estudio, deberán dirigirse a: luciana.mejia@neurorh.com

RESUMEN

El propósito de esta investigación es comparar la efectividad y seguridad de la terapia farmacológica frente a la terapia TMS y fármacos. Se consideraron 12 pacientes con depresión farmacorresistentes entre los 14-18 años (M=16.42). La estimulación magnética transcraneal permite una estimulación no invasiva del cerebro humano y los nervios craneales que pueden modificar la excitabilidad de la corteza cerebral (Alisauskiene *et al.*, 2005), permitiendo un nuevo campo de investigación de los circuitos neurales. Por ello, se ha convertido en una herramienta terapéutica para varias enfermedades psiquiátricas y neurológicas. La investigación evaluó dos grupos: un grupo experimental formado por pacientes ambulatorios en tratamiento farmacológico (N=6) que recibieron 30 sesiones de TMS etiqueta abierta, y un grupo control de pacientes con depresión en tratamiento farmacológico (N=6) que no recibieron TMS. Por medio de la Escala de Depresión de Hamilton (HDRS), se dio seguimiento a la gravedad y progreso de la enfermedad en todos los participantes, en los mismos períodos: antes de la investigación, después de tres semanas, y una última a las seis semanas de tratamiento. Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento de TMS aunado al uso de fármacos es seguro, e incluso, más eficiente que los fármacos por sí solos en pacientes con depresión farmacorresistente, cuando los medicamentos se mantienen controlados y monitoreados por el médico responsable. Además, el tratamiento híbrido demostró aliviar a los pacientes de los síntomas de la depresión en un periodo más corto.

Palabras clave: depresión, antidepresivos, neuroplasticidad, inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS), psicoterapia, El Salvador.

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare the effectiveness and safety of drug therapy versus TMS therapy and drugs. Twelve patients with drug-resistant depression between 14-18 years old (M=16.42) were considered. Transcranial magnetic stimulation allows non-invasive stimulation of the human brain and cranial nerves that can modify the excitability of the cerebral cortex (Alisauskiene et al., 2005), allowing a new field of investigation of neural circuits. For this reason, it's becoming a therapeutic tool for various psychiatric and neurological diseases. The research evaluated two groups: an experimental group consisting of outpatients on pharmacological treatment (N=6)

who received 30 sessions of open-label TMS (Experimental Group), and a control group consisting of patients with depression on pharmacological treatment (N=6) who did not receive TMS. By means of the Hamilton Depression Rating Scale (HDRS), the severity and progress of the illness was followed up in all the participants, in the same periods of time: before the investigation, after 3 weeks, and a last one at the 6 weeks of treatment. The results obtained showed that TMS treatment combined with the use of drugs is safe and even more efficient than drugs alone in patients with drug-resistant depression, when the drugs are controlled and monitored by the responsible physician. In addition, the hybrid treatment was shown to relieve patients of depression symptoms in a shorter period of time.

Keywords: *depression, antidepressants, neuroplasticity, selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs), psychotherapy, El Salvador.*

Introducción

La depresión juvenil es un problema serio en la salud pública debido a sus evidentes efectos en el incremento de casos de embarazo en adolescentes, dependencia de sustancias, fracaso académico y profesional, deterioro cognitivo, deterioro familiar y suicidio. De acuerdo con lo anterior, este estudio busca demostrar la importancia de brindar atención integral al tratar la salud mental y garantizar el bienestar de la población.

La depresión es una enfermedad neuropsiquiátrica que se atribuye a anomalías relacionadas con los neurotransmisores y las monoaminas (serotonina, noradrenalina y dopamina), que afectan diversos circuitos y estructuras cerebrales encargados de la regulación del estado de ánimo. Estudios de neuroimagen revelan que la amígdala, responsable de procesar estímulos de recompensas y amenazas, está hiperactiva y responde de manera excesiva a los eventos negativos en pacientes con depresión. Esta estructura, se encuentra conectada con diversas regiones en el cerebro, que regulan la respuesta fisiológica y conductual a estímulos emocionales, incluyendo la corteza prefrontal medial, el núcleo accumbens, el hipocampo y la ínsula (Mayberg *et al.*, 1999).

Este y otros cambios en pacientes con depresión resultan en respuestas inapropiadas a eventos emocionales, por lo que tratamientos como los antidepresivos, la terapia psicológica, la terapia electroconvulsiva y la estimulación magnética transcraneal, buscan afectar la estructura y función de las regiones del cerebro afectadas por esta enfermedad.

Según los datos del Ministerio de Salud de la República de El Salvador (MINSAL), la tasa nacional registra 3,965 casos de adolescentes entre 15 a 19 años con depresión. El alarmante número de casos en adolescentes inquieta más cuando se relaciona la depresión juvenil y el desarrollo de problemas cardíacos, enfermedades neurodegenerativas y disminución de la salud inmunológica, por lo que se convierte en un costo social y económico para la sociedad a largo plazo. En 2016, el país perdió 2.48 % de su PIB total, equivalente a 537 millones de dólares americanos a causa de incapacidad por la salud mental (Contreras, 2018). La responsabilidad recae en las carencias que enfrenta el país como la falta de personal, pues entre los años 2011 a 2015, el 2.7 % de estudiantes graduados de Medicina escogieron Psiquiatría como su especialidad.

Doran y Kinchin (2020) se ha dedicado a explicar el impacto que la salud mental tiene en el desarrollo y economía de un país. Por ejemplo, en 2014 aproximadamente 6,912 jóvenes en los países más desarrollados del mundo se quitaron la vida. Estas muertes, consideradas prevenibles, resultaron en una pérdida de 406,730 años de vida a un costo de USD 5,530 millones en ingresos económicos perdidos, con un costo promedio de suicidio estimado en USD 802,939. Es por esto que la intervención e inversión de gobiernos y oenegés en programas con enfoque multifacético, es necesaria para reducir el suicidio juvenil y, de esta manera, proteger su crecimiento y economía.

Anteriormente, se mencionó que existen diversas intervenciones para tratar la depresión, las más conocidas, el consumo de fármacos y psicoterapia. Sin embargo, a menudo estos pueden tener resultados subóptimos, contraproducentes con perfiles de seguridad inciertos, sobre todo en un cerebro que aún está en desarrollo como en niños y adolescentes, pero todos tienen un mismo objetivo: estimular la neuroplasticidad. Por su parte, Merzenich (2013), observó que el cerebro es altamente plástico, permitiéndole cambiar y adaptarse a factores intrínsecos y extrínsecos por medio de la neuroplasticidad, y junto a este descubrimiento, surgió la esperanza de nuevos métodos terapéuticos para distintas patologías neurológicas y psiquiátricas (Albert, 2019; Rădulescu *et al.*, 2021).

Por otra parte, el término 'neuroplasticidad' se refiere a una serie de procesos en el sistema nervioso central, como respuesta a determinados estímulos que permiten que el cerebro pueda remodelar su estructura y reconectar sus conexiones, ya sea fortaleciendo o debilitando la transmisión sináptica. Dicho proceso está involucrado en el desarrollo cerebral, creación de memorias y aprendizaje, curación del cerebro tras un accidente cerebrovascular (ACV), pero de igual manera, puede percibirse de forma negativa en las enfermedades mentales, cuando el proceso de reorganización sináptica es desadaptativo y puede conducir a la persistencia de síntomas psiquiátricos. La interrupción del procesamiento de arriba hacia abajo es responsable de la tristeza y el afecto negativo en pacientes deprimidos al disminuir la actividad en la corteza prefrontal y parietal, además, aumenta la actividad de la ínsula anterior. Esta desregulación puede ser la causante de las respuestas emocionales alteradas a los estímulos negativos. Con base en este razonamiento, Mutschler *et al*. (2012) descubrieron que, en pacientes con depresión, el procesamiento emocional se desvía hacia la ínsula dorsal, una región responsable del procesamiento del dolor en personas sanas, sugiriendo una explicación para la alodinia emocional en pacientes deprimidos.

Los objetivos de los antidepresivos son aliviar los síntomas depresivos y potenciar la actividad de la serotonina y la noradrenalina de distintas maneras dependiendo del grupo al que pertenecen; sin embargo, no se conoce del todo como estos actúan o logran su meta (Briley y Moret, 1993). Los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS), por ejemplo, parecen ser eficaces para aliviar los síntomas de la depresión (NHS, s.f.). Sin embargo, investigadores como Geddes *et al*. (2003) muestran que, al ser administrados de forma aguda, tienen poco efecto sobre los niveles sinápticos de serotonina, proponiendo la existencia de uno o más mecanismos reguladores que controlan la neurotransmisión serotoninérgica.

Es recomendado prolongar el uso de los ISRS, ya que no solo se recetan para aliviar los síntomas depresivos a corto plazo, sino también para prevenir futuros episodios depresivos. Geddes *et al*. (2003), encontraron que la continuación del tratamiento con antidepresivos reducía las probabilidades de recaída en un 70 % en comparación con la interrupción del tratamiento. Además, el efecto del tratamiento persiste hasta por 36 meses. Recientemente, se descubrió que la droga ketamina tiene efectos antidepresivos rápidos en pacientes con depresión, debido a que bloquea la transmisión sináptica que conduce a la activación de diversas vías de señalización y aumenta la expresión de neurotrofinas, como resultado, se tiene una mayor plasticidad en la corteza prefrontal y el hipocampo, permitiendo la restauración de estas áreas.

La terapia farmacológica puede presentar efectos secundarios graves, incluyendo el aumento de pensamientos y comportamientos suicidas, como advierte la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA). No se puede obviar, también, la dependencia, tolerancia (Targum, 2014) y síntomas de abstinencia, que el paciente puede desarrollar al tomarlos por largos períodos de tiempo, volviéndose una alternativa arriesgada, con una efectividad aproximadamente del 40-60 %; varios pacientes abandonan el tratamiento o recurren al constante cambio de médico, arriesgando su salud física y mental.

En el caso de la Psiquiatría pediátrica los médicos enfrentan varios desafíos al considerar los antidepresivos para sus pacientes, ya que existen problemas en la tolerabilidad y seguridad en su desarrollo y crecimiento. La base de evidencia en Psiquiatría infantil es menor en comparación con la Psiquiatría en adultos; asimismo, las investigaciones pertinentes para que estos fármacos sean aprobados por las agencias federales, se llevan a cabo (principalmente) en adultos. Pero, durante la última década, el uso de

antidepresivos en niños y adolescentes ha aumentado en muchos países occidentales. De 2005 a 2012, la prevalencia del uso de antidepresivos aumentó de 1.3 % a 1.6 % en los EUA; de 0.7 % a 1.1 % en el Reino Unido; de 0.6 % al 1.0 % en Dinamarca; de 0.5 % al 0.6 % en los Países Bajos; y de 0.3 % al 0.5 % en Alemania (Bachmann, 2016). A pesar de este aumento, se continúa objetando la eficacia y la tolerabilidad de los antidepresivos para la depresión severa (MDD) en jóvenes, debido a la «advertencia de recuadro negro» emitida por la FDA, en octubre del 2004, alertando el aumento del riesgo de conductas suicidas entre los niños tratados con ISRS, por lo que urge encontrar un tratamiento alternativo que no ponga en riesgo la salud mental de los pacientes pediátricos (Dwyer y Bloch, 2019; Friedman, 2014; Hernández-Otero *et al.,* 2017).

Otra gran preocupación que tiene el gremio médico al recetar antidepresivos a pacientes pediátricos, es el efecto que pueden tener a largo plazo. Por esto, Stutzman (2021), estudia las consecuencias de hacer uso de antidepresivos a largo plazo en niños y jóvenes. Por ejemplo, los antidepresivos pueden estar asociados con reducciones en el crecimiento y la densidad mineral ósea, después del uso a largo plazo. Se ha propuesto el aumento de peso y el riesgo de diabetes mellitus tipo 2. También, los niños tienen un mayor riesgo de efectos secundarios cardiometabólicos asociados con los antipsicóticos de segunda generación en comparación con los adultos, incluido el desarrollo de diabetes tipo 2.

Otros riesgos propuestos a largo plazo incluyen densidad mineral ósea reducida e hiperprolactinemia. Por ejemplo, el uso de *Divalproex* en mujeres jóvenes debe evitarse potencialmente, dados los riesgos de síndrome de ovario poliquístico, aumento de peso, reducción de la densidad mineral ósea y teratogenicidad. Los estudios de tratamiento de mantenimiento sugieren que el litio es seguro, con un estrecho control de la función tiroidea, la función renal y las concentraciones séricas. Sin embargo, se necesitan evaluaciones continuas para comprender las intervenciones clínicas y las implicaciones en la edad adulta.

Como una alternativa a los fármacos, o para apoyar a estos mismos, los médicos pueden recetar la estimulación magnética transcraneal (EMT o TMS, por sus siglas en inglés), (Nguyen y Gordon, 2015). Un método no invasivo de inducción de una corriente focal en el cerebro y alteración de la función de la corteza en objetivo. La terapia se basa en los principios de inducción electromagnética de Faraday y se declaró como un método para inducir corrientes en el cerebro humano en 1985 (Barker *et al*., 1985).

Asimismo, explican Barker *et al*. (1985), que el potencial eléctrico asociado con esta corriente cerebral permite la despolarización de las neuronas en la corteza motora, y generar un potencial motor evocado (MEP o MT por sus siglas en inglés). Esto es posible por la aplicación de pulsos magnéticos generados por una bobina situada sobre la cabeza del paciente. Dichos pulsos crean un campo magnético capaz de atravesar el cuero cabelludo y el cráneo, permitiendo la inducción de una corriente en el cerebro para estimular el tejido neuronal de manera no invasiva, indolora y sin necesidad de anestesia. Específicamente, en pacientes con depresión, esta sirve como una intervención cerebral que modula los desequilibrios corticales gabaérgicos y glutamatérgicos de manera no invasiva, sin efectos secundarios moderados o severos, y completamente ambulatorio. Al dirigir la estimulación de alta frecuencia a la corteza prefrontal dorsolateral izquierda (DLPFC), se aumentan las relaciones glutamina/glutamato en la corteza cingulada anterior y la corteza prefrontal dorsolateral izquierda, comprobando su eficacia en modular la neuroquímica del glutamato en adolescentes deprimidos.

Fue Pascual-Leone *et al.* (2000) quien demostró que tiene efectos en la percepción y cognición por medio de «lesiones virtuales», pero los pulsos repetitivos de TMS, o estimulación magnética transcraneal repetitiva (rTMS), se demostraron por primera vez, como una modalidad terapéutica eficaz para el trastorno depresivo mayor (MDD) a mediados de la década de 1990 (George y Wassermann, 1994; George *et al.,* 1995; Pascual-Leone *et al.,* 1996) y, durante las últimas dos décadas, se ha demostrado repetidamente que tiene un beneficio terapéutico para el TDM (George *et al.,* 2000, 2010; Dannon y Grunhaus, 2001; Grunhaus *et al.,* 2002, 2003; Prudic *et al.,* 2004; O'Reardon *et al.,* 2007; Slotema *et al.,* 2010; Barredo, 2021; Bozzay, 2020). Los efectos duraderos de la rTMS en el estado de ánimo son consistentes con los efectos observados de la estimulación repetitiva en la función cerebral, que se ha informado que dura de minutos a días después de la terminación de la estimulación y se extiende mucho más allá del sitio de estimulación, lo que sugiere efectos sostenidos en la excitabilidad y plasticidad de los circuitos neuronales (Siebner y Rothwell, 2003).

Es importante recalcar que el tratamiento de TMS, incluso considerado como seguro y sin efectos secundarios severos o moderados a largo o mediano plazo, tiene pautas de ética y seguridad para no exponer al paciente a peligro. En la medicina, es común recurrir a un tratamiento que consiste en un dispositivo fármaco, refiriéndose a la

interacción que ocurre entre un medicamento recetado y un dispositivo médico. Esto también puede ser conocido como terapia aumentativa: cuando dos tratamientos diferentes se combinan para aumentar los efectos del primer tratamiento. En el caso de TMS y los medicamentos, la TMS se recomienda para aumentar los efectos de un antidepresivo previamente recetado (Berlim *et al.,* 2011).

Liu *et al.* (2014), analizó siete ensayos clínicos que incluyeron el tratamiento TMS aumentativo simulado (placebo) y la terapia aumentativa TMS activa. Todos los participantes en los estudios habían tomado previamente un ciclo de medicación antidepresiva sin mostrar mejoría en su estado anímico. Los investigadores compararon pacientes que recibieron tratamiento TMS activo versus tratamiento TMS simulado, y concluyeron que la terapia TMS activa aumenta significativamente los efectos de la medicación antidepresiva, en comparación con el tratamiento TMS simulado.

Otro estudio publicado Rumi *et al.* (2005), demostró un impacto acelerado significativo en los efectos de amitriptilina durante el tratamiento con TMS. En el transcurso de cuatro semanas, los pacientes recibieron un tratamiento TMS simulado o activo, además de tomar amitriptilina: comprobaron que los pacientes mejoraron más rápidamente con medicación y TMS que solo con antidepresivos.

Esta investigación busca examinar el efecto en el estado anímico que la terapia tiene en pacientes adolescentes con depresión, al recibir 30 sesiones de estimulación magnética transcraneal repetitiva, llevadas a cabo en seis semanas, de 15 Hz al 100 % del umbral motor con 3000 pulsos por sesión aplicados a la corteza prefrontal dorsolateral izquierda (DLPFC), para declararlo como una alternativa efectiva en el caso de pacientes con depresión.

Metodología

Diseño

La investigación se llevó cabo con dos grupos: el grupo experimental formado por pacientes ambulatorios en tratamiento farmacológico (N=6) que recibieron 30 sesiones de TMS etiqueta abierta (grupo experimental), y el grupo control consistiendo de pacientes con depresión en tratamiento farmacológico (N=6) que no recibieron TMS. Utilizando la Escala de Depresión de Hamilton (HDRS), se brindó seguimiento

a la gravedad y progreso de la enfermedad en todos los participantes, en los mismos periodos de tiempo (Christensen *et al.,* 2005). Estas escalas proporcionan medidas cuantificables que podremos contrastar para responder la pregunta: ¿TMS es una terapia efectiva para tratar la depresión farmacorresistente juvenil?

El diseño de investigación es experimental, porque permite comparar los dos grupos de interés con una variable independiente y una variable dependiente:
- Variable independiente (VI): recibir tratamiento TMS.
- Variable dependiente (VD): resultado de CDRS-R y HDRS.

Participantes

La muestra para esta investigación es no probabilística; sin embargo, debe tener los siguientes criterios para ser incluidos o excluidos tanto del grupo control como el experimental:
- Adolescentes femeninos y masculinos;
- Diagnóstico de depresión juvenil por psicólogo o médico;
- Edad de 14- 18 años;
- Por lo menos un año de diagnóstico con depresión;
- Intervención farmacológica (antidepresivos);
- Sin antecedentes de epilepsia;
- Participantes femeninas no embarazadas;
- Sin tatuajes en cuello, cara o cabeza;
- Sin implantes metálicos en cuello o cabeza; y
- Sin problemas cardíacos.

Instrumentos

Para ejecutar el estudio, los pacientes se sometieron a la Escala de Depresión de Hamilton (HRSD), (Hamilton, 1960) que, desde la década de 1970, se convirtió en la herramienta dominante para evaluar la gravedad de la depresión. Una característica clave de HRSD es que fue inicialmente utilizada para medir el resultado del tratamiento, especialmente las drogas, y se aplicó como un esquema de «antes y después», por lo que es apropiada para evaluar la severidad de la depresión durante la investigación.

Así mismo, se utilizó la Escala de calificación de la depresión infantil, revisada (CDRS-R), (Mediano Cortés *et al.,* 2021; Mayes *et al.,* 2010) con el mismo fin, ambos basados en puntuaciones. Para realizar el tratamiento TMS, el sistema *The Horizon Performance* da la oportunidad de tratar a más pacientes al ofrecer mayores capacidades de enfriamiento, eficiencia y versatilidad. Además, tiene un sistema patentado de recuperación de energía que garantiza una dosificación constante durante una sesión de tratamiento, y el *Horizon Ez-Arm* proporciona un posicionamiento seguro y sin esfuerzo de la bobina que brinda el mejor sistema TMS integral de su clase (*Introducing Horizon® Performance - Magstim TMS Therapy, 2018*). Como bobina se eligió la D70 Air Film Coil (AFC), que es enfriada por aire que crea un campo magnético focal y un enfriamiento de temperatura potente para una variedad de aplicaciones de investigación.

El ventilador del AFC permite un tiempo de inactividad mínimo entre la ejecución de protocolos de alta intensidad, como protocolos de pulsos repetitivos de alta frecuencia (Dargavel, 2021).

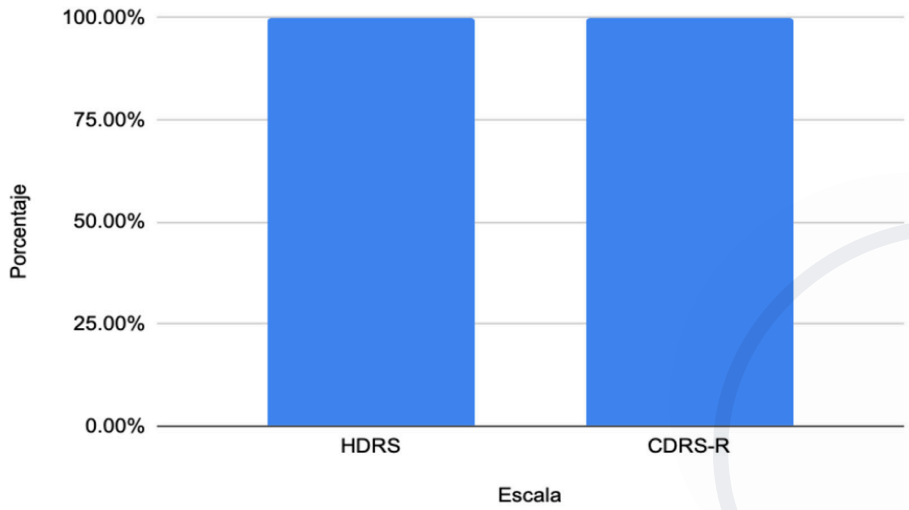
Igualmente, tiene forma de ocho, por lo que los campos eléctricos inducidos fluyen en el cerebro, formando dos vórtices que se fusionan en el centro de la figura ocho. De este modo, podemos proporcionar estimulación cerebral localizada y focal (Ueno *et al.,* 1988, 1990). Simulaciones por computadora muestran que los campos eléctricos en el objetivo son tres veces más altos que los de las áreas no objetivo con dicha bobina (Ueno y Sekino, 2021).

Resultados

Para el estudio, participaron seis pacientes entre las edades de 14 a 18 años, con depresión farmacorresistente, sometidos a tratamiento farmacológico por un médico psiquiatra. El 100 % realizó dos cuestionarios antes de someterse al estudio: HDRS y CDRS-R como punto de referencia y seguimiento a la evolución de la enfermedad durante el estudio.

Figura 1

Porcentaje de participantes que completaron las escalas HDRS y CDRS-R.

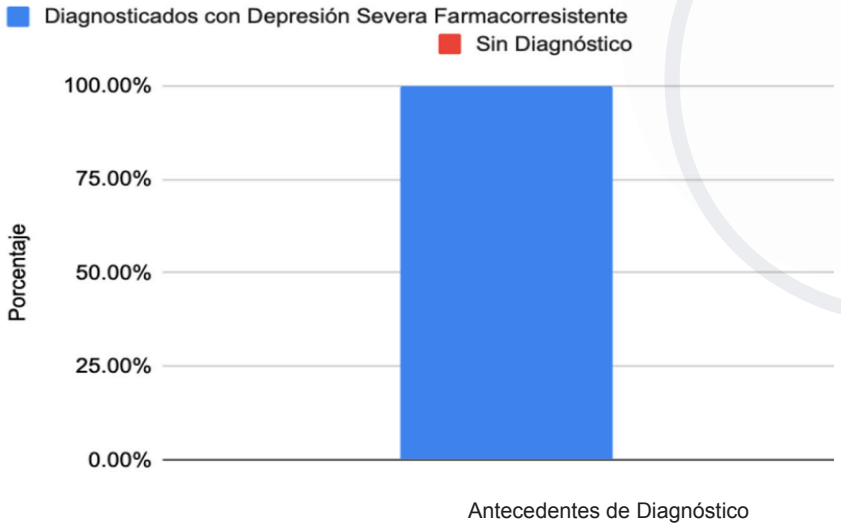


Nota: porcentajes con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Para integrar el estudio, los participantes debían ser diagnosticados con depresión severa farmacorresistentes, en este caso, el 100 % cumplió el criterio.

Figura 2

Porcentaje de participantes diagnosticados con depresión severa farmacorresistente.



Nota: porcentajes con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Se mencionó, anteriormente, que los participantes se sometieron a dos evaluaciones. La primera con la Escala de Depresión de Hamilton que califica a todos los participantes del grupo control (n=6) como depresión severa (puntuación >17) (μ=36.33, σ=6.28). Dicho resultado se confirma por la calificación de los mismos participantes en la CDRS-R (μ=79.33, σ=6.56), (Tabla 1).

Tabla 1

Calificaciones, media y desviación estándar de las escalas: HDRS y CDRS-R.

Sujeto	Calificación Hamilton	Interpretación	Calificación CDRS-R
1A	46	Depresión severa	94
2A	45	Depresión severa	83
3A	40	Depresión severa	77
4A	24	Depresión severa	69
5A	33	Depresión severa	80
6A	35	Depresión severa	65
MEAN	37.17		79.33
STDV	8.28		10.35

Nota: calificaciones con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Los participantes fueron sometidos nuevamente a las mismas escalas para registrar la evolución de la enfermedad, luego de tres semanas de tratamiento farmacológico.

Acorde a los datos obtenidos y los resultados de la prueba t pareada, se considera que la diferencia del estado depresivo durante este lapso no es estadísticamente significativa en ninguna escala: HDRS (p = 0.36, t = 1.00) con un intervalo de confianza de 95 % de esta diferencia: de -1.79 a 0.79; y la CDRS-R (p= 0.59, t=0.57), con un intervalo de confianza de 95 % de esta diferencia: de -2.35 a 3.68 (Tabla 2).

Tabla 2

Calificaciones, media y desviación estándar de las escalas: HDRS y CDRS-R de grupo control, luego de tres semanas.

Sujeto	Calificación Hamilton	Interpretación	Calificación CDRS-R
1A	43	Depresión severa	91
2A	42	Depresión severa	81
3A	38	Depresión severa	80
4A	26	Depresión severa	72
5A	33	Depresión severa	76

Sujeto	Calificación Hamilton	Interpretación	Calificación CDRS-R
6A	36	Depresión severa	76
MEAN	36.33		79.33
STDV	6.28		6.56

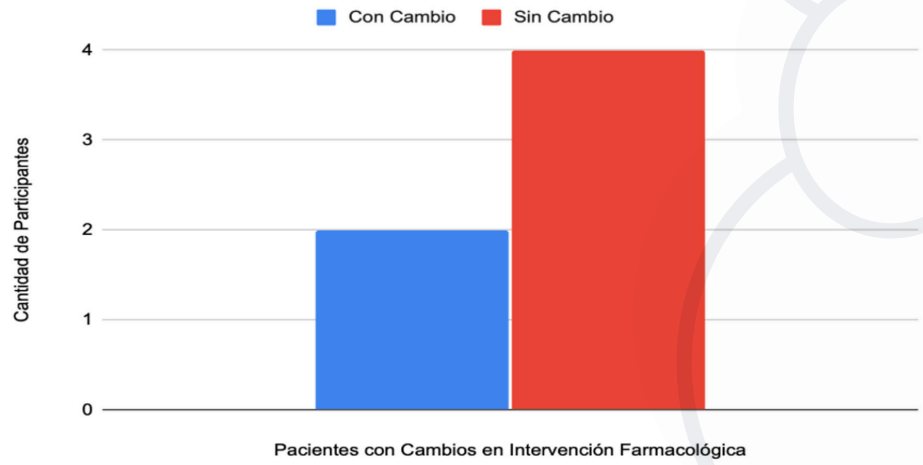
Nota: calificaciones con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Es importante notar que los antidepresivos, durante este lapso de tiempo, traen consigo efectos secundarios no tolerantes que pondrían en riesgo el bienestar físico y mental del paciente, por lo que no es poco común que estos sean modificados.

Este fue el caso de dos de los participantes a quienes les tomará más tiempo que los fármacos hagan efecto positivo en su estado anímico.

Figura 3

Cantidad de participantes cuya intervención farmacológica fue modificada.



Nota: cantidades con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Al cabo de seis semanas, se esperaría que el efecto terapéutico de los antidepresivos iniciara, por lo tanto, al cumplir este período de tiempo se evaluó nuevamente el desarrollo de la enfermedad en los participantes utilizando las mismas escalas. Según los criterios convencionales, se considera que el efecto terapéutico de los antidepresivos no es estadísticamente significativo en ninguna escala, acorde a prueba t pareada: HDRS ($p = 0.0747$, $t = 2.25$) con un intervalo de confianza de 95 %

de esta diferencia: de -1.59 a 23.59; y la CDRS-R (p= 0.086, t=2.14), con un intervalo de confianza de 95 % de esta diferencia: de -4.17 a 45.17 (Tabla 3).

Tabla 3

Calificaciones, media y desviación estándar de las escalas: HDRS y CDRS-R de grupo control, luego de seis semanas.

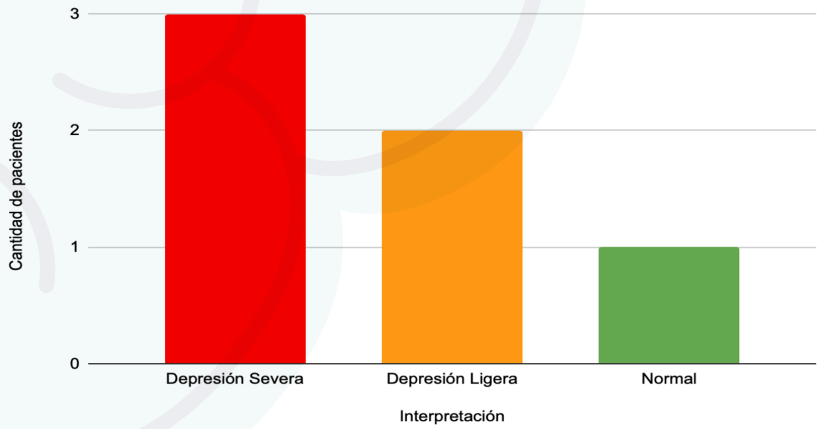
Sujeto	Calificación Hamilton	Interpretación	Calificación CDRS-R
(6 semanas)	Interpretación	Calificación	91
CDRS-R	42	Depresión severa	81
1A	45	Depresión severa	91
2A	16	Depresión ligera	57
3A	37	Depresión severa	78
4A	6	Normal	12
5A	14	Depresión ligera	43
6A	34	Depresión severa	72
MEAN	25.33		58.83
STDV	15.41		28.36

Nota: calificaciones con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

No obstante, el 50 % de los pacientes obtuvieron una mejoría en su estado anímico debido a la intervención farmacológica: basada en la interpretación del test de Hamilton todos los participantes calificaron con depresión severa y, tras seis semanas, esta calificación cambió en la mitad de los participantes.

Figura 4

Interpretación de la calificación de HDRS en grupo control tras seis semanas.

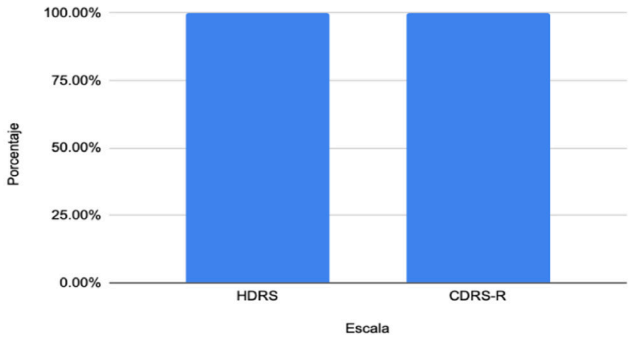


Nota: cantidades con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Para el grupo experimental (Grupo B), contamos con la participación de seis pacientes en el mismo rango de edad, con depresión farmacorresistente, sometidos a tratamiento farmacológico por un médico psiquiatra y estimulación magnética transcraneal. Todos completaron los cuestionarios HDRS y CDRS-R antes del estudio con el mismo objetivo de evaluar el desarrollo de la enfermedad durante este lapso.

Figura 5

Porcentaje de participantes en grupo experimental que completaron las escalas HDRS y CDRS-R

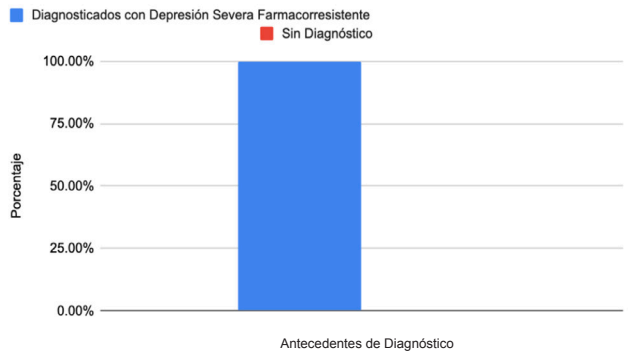


Nota: porcentajes con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Para participar en el estudio, los participantes debían ser diagnosticados con depresión severa farmacorresistentes por un médico psiquiatra, y estar dentro del rango de edad establecido. El 100 % cumplió con los criterios.

Figura 6

Porcentaje de participantes diagnosticados con depresión severa farmacorresistente.



Nota: porcentajes con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Como muestra la Tabla 4, la Escala de Depresión de Hamilton califica a todos los participantes (n=6) con depresión severa (puntuación >17) (μ=35.50, σ=6.95). Dicho resultado se ve apoyado por la calificación de los mismos participantes en la CDRS-R (μ=76.17 σ=5.81), (Tabla 4).

Tabla 4

Calificaciones, media y desviación estándar de las escalas: HDRS y CDRS-R de grupo experimental, pre-tratamiento.

Sujeto	Calificación Hamilton	Interpretación	Calificación CDRS-R
1B	36	Depresión severa	79
2B	42	Depresión severa	81
3B	23	Depresión severa	75
4B	33	Depresión severa	65
5B	38	Depresión severa	79
6B	41	Depresión severa	78
MEAN	35.50		76.17
STDV	6.95		5.81

Nota: calificaciones con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

El grupo experimental fue sometido a 30 sesiones de estimulación magnética transcraneal (TMS), distribuidas en seis semanas, cinco días a la semana, consistiendo en 3000 pulsos diarios de alta frecuencia (HF), respetando el protocolo establecido como seguro y eficiente (Bakker *et al.*, 2015). Los participantes tomaron nuevamente las mismas escalas para registrar la evolución de la enfermedad. Luego de tres semanas de cinco sesiones semanales, consistiendo en 3000 pulsos diarios de alta frecuencia (HF) obtuvieron las calificaciones mostradas en la Tabla 5.

La media del grupo control (A) menos el grupo experimental (B) es igual a 12.33, y según los resultados de la prueba t pareada, se considera que la diferencia del estado depresivo durante este lapso es estadísticamente significativa en ambas escalas: HDRS (p = 0.0129, t = 3.78) con un intervalo de confianza de 95 % de esta diferencia: de -3.95 a 20.72; y la CDRS-R (p= 0.0057, t=4.6351), con un intervalo de confianza de 95 % de esta diferencia: de -2.35 a 3.68.

Tabla 5

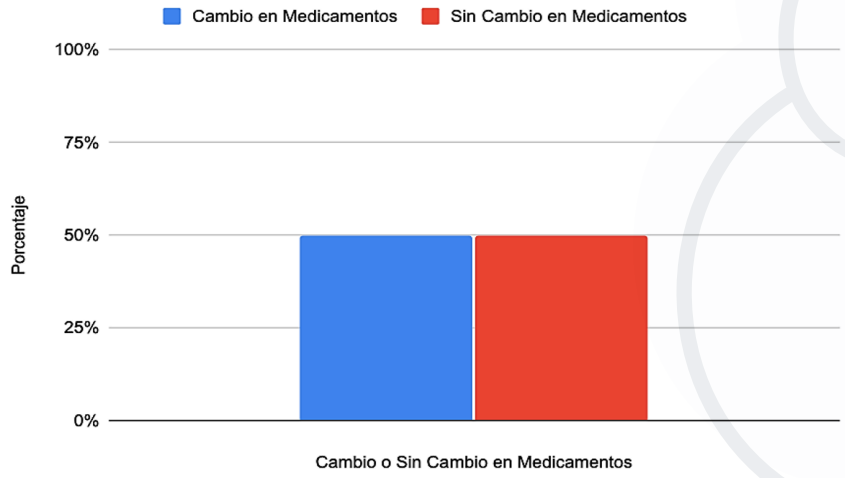
Calificaciones, media y desviación estándar de las escalas: HDRS y CDRS-R de grupo control, luego de 15 sesiones.

Sujeto	Calificación Hamilton	Interpretación	Calificación CDRS-R
1B	25	Depresión severa	57
2B	18	Depresión severa	54
3B	16	Depresión severa	56
4B	16	Depresión severa	47
5B	24	Depresión severa	45
6B	40	Depresión severa	76
MEAN	23.17		55.83
STDV	9.13		11.02

Nota: calificaciones con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Figura 7

Porcentaje de pacientes que cambiaron medicamentos durante tratamiento TMS.



Nota: porcentajes con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, tras seis semanas de TMS y tratamiento farmacológico, los pacientes completaron las escalas por última vez y, conforme a sus calificaciones, su estado anímico mejoró considerablemente a tal punto que dos de los seis participantes no presentaron síntomas depresivos al finalizar del tratamiento (Tabla 6 para resultados de las escalas luego de seis semanas de TMS y tratamiento farmacológico).

Tabla 6

Calificaciones, media y desviación estándar de las escalas: HDRS y CDRS-R de grupo control, luego de 30 sesiones.

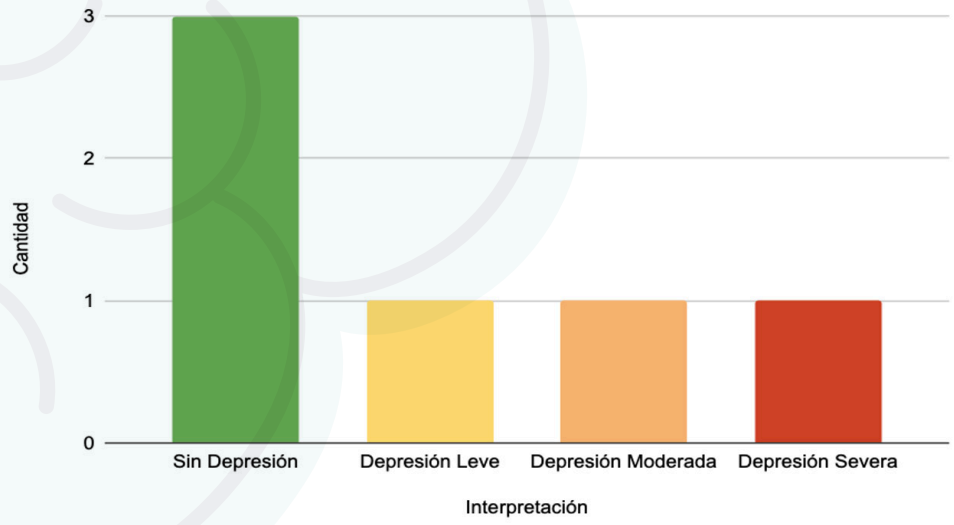
Sujeto	Calificación Hamilton	Interpretación	Calificación CDRS-R
1B	9	N/A	26
2B	8	N/A	22
3B	9	N/A	25
4B	11	Depresión leve	43
5B	16	Depresión moderada	42
6B	40	Depresión severa	77
MEAN	15.50		39.17
STDV	12.34		20.61

Nota: calificaciones con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

El valor P de dos colas es igual a 0.0077 (p=.0077, t=4.2967), que, según los criterios convencionales, se considera muy significativo estadísticamente. La media de las calificaciones de pre tratamiento menos post tratamiento en el grupo experimental es igual a 20.00, con un intervalo de confianza del 95 % de esta diferencia: de 8.03 a 31.97.

Figura 7

Interpretación de la calificación de HDRS en grupo experimental tras post tratamiento.



Nota: porcentajes con relación a los cuestionarios válidos recibidos a la fecha de recepción de datos.
Fuente: elaboración propia.

Discusión

En este estudio se contó con una muestra de 12 participantes entre las edades de 14-18 años, todos residentes de San Salvador y La Libertad. Los participantes fueron divididos en dos grupos de igual proporción: 6 en grupo control y 6 en grupo experimental. Todos los pacientes debían tener un diagnóstico de depresión severa farmacorresistente desde, por lo menos, un año (Pignone *et al.,* 2002).

Se realizó un análisis estadístico comparando las medias de las pruebas t-pareadas en tres etapas distintas: al inicio del experimento, tres semanas después del experimento (o tratamiento TMS si pertenecían al grupo experimental) y al finalizar las 6 semanas. De acuerdo a los resultados, el tratamiento híbrido tiene efectos positivos más rápidos en el estado anímico al compararlo con el tratamiento exclusivo con fármacos. Sin embargo, hay varios puntos que se deben tomar en cuenta y deben de entrar en discusión; por ejemplo, es importante mencionar que, en la clínica, el tratamiento farmacológico es con base a prueba y error, lo que significa que, si un antidepresivo no tiene efecto positivo en un estado anímico, no significa que no exista otro que pueda tenerlo.

Por esto, no se puede basar solo en este estudio para dictar que el tratamiento farmacológico como recurso único no es igual o más eficaz que el tratamiento híbrido. En muchos casos se diagnostica al paciente con depresión farmacorresistente; no obstante, la realidad es que encontrar el medicamento adecuado puede tomar años, y se consideraría más justo comparar el resultado del tratamiento híbrido versus el medicamento adecuado.

Según las pautas de la Asociación Estadounidense de Psiquiatría, si el paciente está tomando un antidepresivo para tratar su primer episodio depresivo, debe seguir tomándolo durante al menos cuatro o cinco meses después de que desaparezcan los síntomas de depresión, teniendo en cuenta que es posible que deba probar varios antidepresivos diferentes para encontrar la opción adecuada para el paciente, e incluso, entonces, puede tomar dos o tres semanas para observar una mejora inicial. Después de eso, pueden pasar de tres a seis meses hasta que los síntomas mejoren hasta el punto de que ya no esté deprimido. En resumen, esto podría significar tomar una receta durante aproximadamente un año para obtener todos los beneficios (Crist, 2021).

Este sería un escenario en el cual los fármacos serían una alternativa tolerante, eficiente y que brindara los resultados deseados, pero se debe considerar que, en un gran porcentaje de casos, este no es el resultado debido a que, como mencionan Willner *et al.* (2013), «un cerebro tratado no es "normal"». Sin embargo, en el caso de depresión severa, los pacientes no disponen de muchos años para experimentar con diversos medicamentos, por esto es mejor optar por un tratamiento personalizado que produzca efectos en un periodo de tiempo reducido como la estimulación magnética transcraneal.

Además, se debe tomar en cuenta el desgaste emocional y económico en citas médicas y en los mismos medicamentos que la mayoría de pacientes con depresión severa o farmacorresistente consumen por largos periodos de tiempo. En este desgaste los pacientes tienden a cambiar de doctor si la intervención farmacológica no ofrece el alivio que promete, en este sentido, el cambio de médico puede ser contraproducente. Debido a esto, considerar la opción de un tratamiento que proporcione el alivio que el paciente busca de manera más rápida y eficaz, es crucial.

Es importante notar que los antidepresivos, durante este lapso de tiempo, pueden traer consigo efectos secundarios no tolerantes que ponen en riesgo el bienestar físico y mental del paciente, por lo que no es común que estos sean modificados. Este fue el caso de dos pacientes participantes, a quienes les tomará más tiempo que los fármacos hagan efecto positivo en su estado anímico.

No obstante, para poder medir la efectividad de un tratamiento se debe tomar en cuenta la recaída, que en pacientes con depresión severa no es poco común. En pacientes que reciben TMS, Mantovani *et al*. (2012) reportaron una tasa de recaída de tres meses de 13.5 %, y Cohen *et al.* (2009) informaron que el 60 % de los pacientes permanecieron en remisión sostenida tres meses después de completar un curso de TMS, aunque esta cantidad disminuyó a 22.6 % después de seis meses. Sin embargo, la recaída puede ser prevenida con sesiones de mantenimiento y desasociación de la terapia. La desventaja es que no existe protocolo establecido para esta etapa, y, por ende, se debe llevar a cabo por el juicio del tratante (Cristancho *et al.,* 2013).

La Sociedad Clínica de TMS contestó la siguiente pregunta en una encuesta: «¿Aproximadamente qué porcentaje de sus pacientes recaen después de un tratamiento de TMS exitoso en un período de un año?». La respuesta fue que de 128

proveedores con un 35.94 % respaldaba una recaída de 16 a 30 %; el 25.78 %, informó una recaída del 0 a 15 %; y el 22.66 %, una recaída de 31 a 45 %. En el caso de medicamentos antidepresivos, el porcentaje de recaída es de aproximadamente el 50 % tras 12 meses luego de suspender el tratamiento; empero, el porcentaje varía dependiendo del periodo del tratamiento.

El estudio demuestra que, al cabo de seis semanas, el 83 % de los pacientes sintieron una mejoría en su estado anímico y el 66 % ya no calificaba como paciente con depresión (según la Escala de Hamilton). Por el otro lado, en el grupo control el 50 % obtuvo una mejoría en la sintomatología y solo un paciente calificó como no depresivo. El TMS no solo evidencia su efectividad, sino también comprueba causar efecto en el estado anímico del paciente en un periodo de tiempo más corto que los antidepresivos; todo lo anterior, apoyado por el experimento, la estimulación magnética espera causar un efecto positivo en los síntomas depresivos tras tres semanas o 15 sesiones.

Añadido a esto, al cumplir las tres semanas, la mitad de los pacientes en el grupo experimental cambiaron medicamentos (Figura 7) como consecuencia de la mejoría en el estado anímico, respondiendo a menores dosis, a diferencia del grupo control, cuyos cambios fueron atribuidos a los efectos secundarios negativos causados por los medicamentos. Finalmente, un punto importante es el costo-efectividad de la estimulación magnética transcraneal repetitiva versus terapia antidepresiva para pacientes resistentes al tratamiento: Nguyen y Gordon (2015) comprobaron la superioridad de TMS en términos de valor por dinero en comparación con los medicamentos antidepresivos.

En conclusión, TMS demostró ser un tratamiento rápido, eficaz y no invasivo que puede aliviar los síntomas de la depresión en conjunto con el tratamiento farmacológico. A diferencia de los medicamentos, TMS no causa efectos secundarios y puede conllevar a la reducción y/o eliminación de estos a corto o largo plazo.

Referencias

Albert, P. R. (2019). Adult neuroplasticity: a new “cure” for major depression? *Journal of psychiatry & neuroscience: JPN*, *44*(3), 147–150. https://doi.org/10.1503/jpn.190072

Alisauskiene, M., Truffert, A., Vaiciene, N. y Magistris, M. R. (2005). Transcranial magnetic stimulation in clinical practice. *Medicina (Kaunas, Lithuania), 41*(10), 813–824.

Bachmann, C. J., Aagaard, L., Burcu, M., Glaeske, G., Kalverdijk, L. J., Petersen, I., Schuiling-Veninga, C. C., Wijlaars, L., Zito, J. M. y Hoffmann, F. (2016). Trends and patterns of antidepressant use in children and adolescents from five western countries, 2005-2012. *European neuropsychopharmacology: the journal of the European College of Neuropsychopharmacology, 26*(3), 411–419. https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2016.02.001

Bakker, N., Shahab, S., Giacobbe, P., Blumberger, D. M., Daskalakis, Z. J., Kennedy, S. H. y Downar, J. (2015). rTMS of the dorsomedial prefrontal cortex for major depression: safety, tolerability, effectiveness, and outcome predictors for 10 Hz versus intermittent theta-burst stimulation. *Brain stimulation, 8*(2), 208–215. https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.11.002

Barker, A. T., Jalinous, R. y Freeston, I. L. (1985). Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet (London, England), 1*(8437), 1106–1107. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(85)92413-4

Barredo, J., Berlow, Y., Swearingen, H. R., Greenberg, B. D., Carpenter, L. L. y Philip, N. S. (2021). Multimodal elements of suicidality reduction after transcranial magnetic stimulation. *Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society, 24*(5), 930–937. https://doi.org/10.1111/ner.13376

Berlim, M. T., McGirr, A., Beaulieu, M. M. y Turecki, G. (2011). High frequency repetitive transcranial magnetic stimulation as an augmenting strategy in severe treatment-resistant major depression: a prospective 4-week naturalistic trial. *Journal of affective disorders, 130*(1-2), 312–317. https://doi.org/10.1016/j.jad.2010.10.011

Bozzay, M. L., Primack, J., Barredo, J. y Philip, N. S. (2020). Transcranial magnetic stimulation to reduce suicidality - A review and naturalistic outcomes. *Journal of psychiatric research, 125*, 106–112. https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2020.03.016

Briley, M. y Moret, C. (1993). Neurobiological mechanisms involved in antidepressant therapies. *Clinical neuropharmacology, 16*(5), 387–400. https://doi.org/10.1097/00002826-199310000-00002

Christensen, K. S., Toft, T., Frostholm, L., Ornbøl, E., Fink, P. y Olesen, F. (2005). Screening for common mental disorders: who will benefit? Results from a randomised clinical trial. *Family practice,* 22(4), 428–434. https://doi.org/10.1093/fampra/cmi032

Cohen, R. B., Boggio, P. S. y Fregni, F. (2009). Risk factors for relapse after remission with repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of depression. *Depression and Anxiety, 26* (7), 682–688. https://doi.org/10.1002/da.20486

Contreras, I. (2018). *Dejar de lado a la salud mental es costoso para El Salvador.* Fundación Continua. https://fundacioncontinua.com/investigaciones/salud-mental-perspectiva-economica/#_edn8.

Cowen, P. (2015). Neuroendocrine and neurochemical processes in depression. *The Oxford Handbook of Mood Disorders*, 189–200. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199973965.013.17

Crist, C. (2021, July 19). *How long should you take antidepressants?* WebMD. Retrieved July 28, 2022, from https://www.webmd.com/depression/features/antidepressants

Cristancho, M. A., Helmer, A., Connolly, R., Cristancho, P. y O'Reardon, J. P. (2013). Transcranial magnetic stimulation maintenance as a substitute for maintenance electroconvulsive therapy: a case series. *The journal of ECT, 29* (2), 106–108. https://doi.org/10.1097/YCT.0b013e31827a70ba

Dannon, P. N. y Grunhaus, L. (2001). Effect of electroconvulsive therapy in repetitive transcranial magnetic stimulation non-responder MDD patients: a preliminary study. *The international journal of neuropsychopharmacology, 4*(3), 265–268. https://doi.org/10.1017/S1461145701002498

Dargavel, L. (2021). *D70 Air Film Coil (AFC)*. MagstimTMS. https://www.magstim.com/us-en/d70-afc/

Doran, C.M, y Kinchin, I. (2020) Economic and epidemiological impact of youth suicide in countries with the highest human development index. *PLoS ONE 15*(5): e0232940. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232940

Dwyer, J. B. y Bloch, M. H. (2019). Antidepressants for pediatric patients. *Current psychiatry, 18*(9), 26–42F.

Friedman, R. A. (2014). Antidepressants' black-box warning--10 years later. *The New England Journal of Medicine, 371*(18), 1666–1668. https://doi.org/10.1056/NEJMp1408480

Geddes, J. R., Carney, S. M., Davies, C., Furukawa, T. A., Kupfer, D. J., Frank, E. y Goodwin, G. M. (2003). Relapse prevention with antidepressant drug treatment in depressive disorders: a systematic review. *Lancet (London, England), 361*(9358), 653–661. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)12599-8

George, M. S. y Wassermann, E. M. (1994). Rapid-rate transcranial magnetic stimulation and ECT. *Convulsive therapy, 10*(4), 251–258.

George, M. S., Wassermann, E. M., Williams, W. A., Callahan, A., Ketter, T. A., Basser, P., Hallett, M. y Post, R. M. (1995). Daily repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) improves mood in depression. *Neuroreport, 6*(14), 1853–1856. https://doi.org/10.1097/00001756-199510020-00008

George, M. S., Nahas, Z., Molloy, M., Speer, A. M., Oliver, N. C., Li, X. B., Arana, G. W., Risch, S. C. y Ballenger, J. C. (2000). A controlled trial of daily left prefrontal cortex TMS for treating depression. *Biological psychiatry, 48*(10), 962–970. https://doi.org/10.1016/s0006-3223(00)01048-9

George, M. S., Lisanby, S. H., Avery, D., McDonald, W. M., Durkalski, V., Pavlicova, M., Anderson, B., Nahas, Z., Bulow, P., Zarkowski, P., Holtzheimer, P. E., 3rd, Schwartz, T. y Sackeim, H. A. (2010). Daily left prefrontal transcranial magnetic stimulation therapy for major depressive disorder: a sham-controlled

randomized trial. *Archives of general psychiatry, 67*(5), 507–516. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.46

Grunhaus, L., Schreiber, S., Dolberg, O. T., Hirshman, S. y Dannon, P. N. (2002). Response to ECT in major depression: are there differences between unipolar and bipolar depression? *Bipolar disorders*, 4 Suppl 1, 91–93. https://doi.org/10.1034/j.1399-5618.4.s1.40.x

Grunhaus, L., Schreiber, S., Dolberg, O. T., Polak, D. y Dannon, P. N. (2003). A randomized controlled comparison of electroconvulsive therapy and repetitive transcranial magnetic stimulation in severe and resistant nonpsychotic major depression. *Biological psychiatry, 53*(4), 324–331. https://doi.org/10.1016/s0006-3223(02)01499-3

Hamilton, M. (1960). A rating scale for depression. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 23*, 56–61. https://doi.org/10.1136/jnnp.23.1.56

Hernández-Otero, I., Sánchez-Lafuente, C. G. y González, C. H. (2017). Use of antidepressants in children and adolescents. *InTech.* doi: 10.5772/intechopen.68994

Introducing Horizon® Performance - Magstim TMS Therapy. (2018, August 6). *Magstim TMS*. https://www.magstim.com/row-en/2018/08/horizon-performance/

Kaltenboeck, A. y Harmer, C. (2018). The neuroscience of depressive disorders: a brief review of the past and some considerations about the future. *Brain and neuroscience advances, 2*, 2398212818799269. https://doi.org/10.1177/2398212818799269

Liu, B., Zhang, Y., Zhang, L. y Li, L. (2014). Repetitive transcranial magnetic stimulation as an augmentative strategy for treatment-resistant depression, a meta-analysis of randomized, double-blind and sham-controlled study. *BMC psychiatry*, 14, 342. https://doi.org/10.1186/s12888-014-0342-4

Mantovani, A., Pavlicova, M., Avery, D., Nahas, Z., McDonald, W. M., Wajdik, C. D., Holtzheimer, P. E., George, M. S., Sackeim, H. A. y Lisanby, S. H. (2012). Long-term efficacy of repeated daily prefrontal transcranial magnetic stimulation

(TMS) in treatment-resistant depression. *Depression and Anxiety, 29*(10), 883–890. https://doi.org/10.1002/da.21967

Mayberg, H. S., Liotti, M., Brannan, S. K., McGinnis, S., Mahurin, R. K., Jerabek, P. A., Silva, J. A., Tekell, J. L., Martin, C. C., Lancaster, J. L. y Fox, P. T. (1999). Reciprocal limbic-cortical function and negative mood: converging PET findings in depression and normal sadness. *The American journal of psychiatry, 156*(5), 675–682. https://doi.org/10.1176/ajp.156.5.675

Mayes, T. L., Bernstein, I. H., Haley, C. L., Kennard, B. D. y Emslie, G. J. (2010). Psychometric properties of the children's depression rating scale–revised in adolescents. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology, 20*(6), 513–516. https://doi.org/10.1089/cap.2010.0063

Mediano Cortés, M., Polaino-Lorente, A. y Martinez Arias, R. (2021). Adaptación española de la childrens depression rating scale-revised y su aplicación diagnóstica en población general escolar: estudios de fiabilidad y validez. *Revista de Psiquiatría Infanto-Juvenil, (3)*, 194–206. https://aepnya.eu/index.php/revistaaepnya/article/view/604

Merzenich, M. M. (2013). *Soft-wired: how the new science of brain plasticity can change your life*. Parnassus.

Mutschler, I., Ball, T., Wankerl, J. y Strigo, I. A. (2012). Pain and emotion in the insular cortex: evidence for functional reorganization in major depression. *Neuroscience letters, 520*(2), 204-209.

NHS. (s.f.). *Dosage - Selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs).* NHS choices. https://www.nhs.uk/mental-health/talking-therapies-medicine-treatments/medicines-and-psychiatry/antidepressants/overview/

Nguyen, K. H. y Gordon, L. G. (2015). Cost-Effectiveness of repetitive transcranial magnetic stimulation versus antidepressant therapy for treatment-resistant depression. *Value in health: the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research, 18*(5), 597–604. https://doi.org/10.1016/j.jval.2015.04.004

O'Reardon, J. P., Solvason, H. B., Janicak, P. G., Sampson, S., Isenberg, K. E., Nahas, Z., McDonald, W. M., Avery, D., Fitzgerald, P. B., Loo, C., Demitrack, M. A., George, M. S. y Sackeim, H. A. (2007). Efficacy and safety of transcranial magnetic stimulation in the acute treatment of major depression: a multisite randomized controlled trial. *Biological psychiatry, 62*(11), 1208–1216. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.01.018

Pascual-Leone, A., Rubio, B., Pallardó, F. y Catalá, M. D. (1996). Rapid-rate transcranial magnetic stimulation of left dorsolateral prefrontal cortex in drug-resistant depression. *Lancet (London, England), 348*(9022), 233–237. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(96)01219-6

Pascual-Leone, A., Tarazona, F., Keenan, J., Tormos, J. M., Hamilton, R. y Catala, M. D. (1998). Transcranial magnetic stimulation and neuroplasticity. *Neuropsychologia, 37*(2), 207–217. https://doi.org/10.1016/s0028-3932(98)00095-5

Pascual-Leone, A., Walsh, V. y Rothwell, J. (2000). Transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience--virtual lesion, chronometry, and functional connectivity. *Current opinion in neurobiology, 10*(2), 232–237. https://doi.org/10.1016/s0959-4388(00)00081-7

Pignone, M. P., Gaynes, B. N., Rushton, J. L., Burchell, C. M., Orleans, C. T., Mulrow, C. D. y Lohr, K. N. (2002). Screening for depression in adults: a summary of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Annals of internal medicine, 136*(10), 765–776. https://doi.org/10.7326/0003-4819-136-10-200205210-00013

Prudic, J., Olfson, M., Marcus, S. C., Fuller, R. B. y Sackeim, H. A. (2004). Effectiveness of electroconvulsive therapy in community settings. *Biological psychiatry, 55*(3), 301–312. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2003.09.015

Rădulescu, I., Drăgoi, A. M., Trifu, S. C. y Cristea, M. B. (2021). Neuroplasticity and depression: rewiring the brain's networks through pharmacological therapy (Review). *Experimental and therapeutic medicine,* 22(4), 1131. https://doi.org/10.3892/etm.2021.10565

Rumi, D. O., Gattaz, W. F., Rigonatti, S. P., Rosa, M. A., Fregni, F., Rosa, M. O., Mansur, C., Myczkowski, M. L., Moreno, R. A. y Marcolin, M. A. (2005). Transcranial

magnetic stimulation accelerates the antidepressant effect of amitriptyline in severe depression: a double-blind placebo-controlled study. *Biological psychiatry, 57*(2), 162–166. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.10.029

Siebner, H. R. y Rothwell, J. (2003). Transcranial magnetic stimulation: new insights into representational cortical plasticity. *Experimental brain research, 148*(1), 1–16. https://doi.org/10.1007/s00221-002-1234-2

Slotema, C. W., Blom, J. D., Hoek, H. W. y Sommer, I. E. (2010). Should we expand the toolbox of psychiatric treatment methods to include repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS)? A meta-analysis of the efficacy of rTMS in psychiatric disorders. *The Journal of clinical psychiatry, 71*(7), 873–884. https://doi.org/10.4088/JCP.08m04872gre

Stutzman, D. L. (2021). Long-term use of antidepressants, mood stabilizers, and antipsychotics in pediatric patients with a focus on appropriate deprescribing. *The mental health clinician, 11*(6), 320–333. https://doi.org/10.9740/mhc.2021.11.320

Targum, S. D. (2014). Identification and treatment of antidepressant tachyphylaxis. *Innovations in clinical neuroscience, 11*(3-4), 24–28.

Ueno, S., Tashiro, T. y Harada, K. (1988). Localized stimulation of neural tissues in the brain by means of a paired configuration of time-varying magnetic fields. *Journal of Applied Physics, 64*(10), 5862-5864. https://doi.org/10.1063/1.342181

Ueno, S., Matsuda, T. y Fujiki, M. (1990). Functional mapping of the human motor cortex obtained by focal and vectorial magnetic stimulation of the brain. *IEEE Transactions on Magnetics, 26*(5), 1539-1544. doi: 10.1109/20.104438.

Ueno, S. y Sekino, M. (2021). Figure-eight coils for magnetic stimulation: from focal stimulation to deep stimulation. *Frontiers in Human Neuroscience, 15*(1662-5161). https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.805971

Willner, P., Scheel-Krüger, J. y Belzung, C. (2013). The neurobiology of depression and antidepressant action. *Neuroscience and biobehavioral reviews, 37*(10 Pt 1), 2331–2371. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.12.007

Un experimento sobre la vulnerabilidad ideológica

An experiment on ideological vulnerability

Oscar Picardo Joao
Licenciatura en Filosofía, Universidad de Valencia, Venezuela.
Maestría en Educación, University of Louisville, Estados Unidos de Norteamérica.
Maestría en Sociedad del Conocimiento, Universitat Oberta de Catalunya, España.
Postgrado en Educación a Distancia, Universidad de Murcia, España.
Postgrado en Finanzas Educativas, Harvard University, Estados Unidos de Norteamérica.
DEA-Doctorado en Didáctica y Organización Escolar, Universitat Oberta de Catalunya, España.
Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI),
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
https://orcid.org/0000-0003-1521-9681
opicardo@asu.edu

RESUMEN

Desde las perspectivas de la Psicología Experimental y Social, este estudio basado en un experimento intenta responder a la pregunta sobre la vulnerabilidad ideológica, es decir qué tan robustos o vulnerables son los sistemas de ideas frente a siete marcos hipotéticos: dinero, sexo, poder, religión, crisis, miedo y poder. En este experimento se abordó uno de ellos, el dinero. Los resultados del experimento indican que los sistemas ideológicos son vulnerables; sin embargo, este ejercicio académico no es generalizable por razones estadísticas: representa más bien un ejercicio de aproximación al problema.

Palabras clave: Psicología Social, Psicología Experimental, ideología.

ABSTRACT

From the perspectives of Experimental and Social Psychology, this study based on an experiment attempts to answer the question of ideological vulnerability, that is, how robust or vulnerable are systems of ideas, in the face of seven hypothetical frameworks: money, sex, power, religion, crisis, fear and power. In this experiment, one of them was addressed, money. The results of the experiment indicate that ideological systems are vulnerable; however, this academic exercise cannot be generalized for statistical reasons: it rather represents an exercise to approach the problem.

Keywords: *Social Psychology, Experimental Psychology, ideology.*

Introducción

El punto de partida de esta investigación se basa en dos vertientes: a) Desde el punto de vista metodológico, la tradición de la Psicología Experimental (Slater, 2014); y b) Los principios de Psicología Social definidos por Martín-Baró (1976):

> La Psicología Social debe, pues, aclarar el impacto que la presencia de la gente tiene en determinados quehaceres del individuo, es decir, en qué medida, cuáles, cómo y por qué sus acciones son influidas por la presencia de los otros. Esto significa que la acción misma del sujeto implica una relación esencial a los otros, y es esta relación la que tiene que aclarar la Psicología Social (...) El aspecto relacional no es algo genérico o abstracto en la conducta, sino algo bien concreto: es esta, aquella o la otra relación con tal o cual persona, bajo tal o cual característica, con tal o cual significación (...) En este sentido, la Psicología Social trata de encontrar las referencias entre cada conducta y cada sociedad, es decir, esta conducta en cuanto social y esta sociedad, en cuanto actuada en las conductas concretas (...) En definitiva, la Psicología Social es una ciencia bisagra, cuyo objeto es mostrar la conexión entre dos estructuras: la estructura individual (la personalidad humana y su consiguiente quehacer) y la estructura social (cada sociedad histórica), o, dicho con otras palabras, mostrar la doble realidad del individuo en la sociedad y de la sociedad en el individuo (...) **A la luz de este análisis, podemos afirmar que el objeto específico de la Psicología Social es el estudio de la ideología.**
>
> Precisamente la ideología lo constituyen aquellos procesos psicológicos determinantes de la manera concreta como viven (piensan, sienten, actúan) los individuos, pero cuya explicación adecuada no se encuentra en los individuos, sino en la realidad grupal y en la manera como el individuo se inserta en los grupos sociales en una determinada situación histórica (...) Una ideología es un sistema (que posee su lógica y su rigor propios) de representaciones (imágenes, mitos, ideas o conceptos según los casos), dotados de una existencia y de un papel históricos en el seno de una sociedad dada (...) La ideología es primero y ante todo una serie de esquemas vitales (psicosociales) en los cuales y a través de los cuales los individuos dan forma y significación a su existencia concreta. (pp. 19-21).

En síntesis, y desde el propio planteamiento experimental de Martín-Baró (1976), el estudio también pretende obtener información para:

Explicar los procesos psicosociales, su causalidad, sus aspectos, etc. Por ejemplo, los procesos psicológicos que llevan a adoptar determinada actitud política, a votar por determinado candidato, a participar en determinada manifestación o a correr un determinado "chambre".

Predecir los comportamientos de individuos y grupos. La comprensión de los procesos psicológicos y sus causas permite predecir cuál va a ser la conducta que, en cada situación, más probablemente van a observar los individuos. Así, por ejemplo, predecir en qué condiciones y circunstancias y qué tipo de individuos votarán por tal o cual candidato, cómo puede evolucionar una manifestación ante una u otra circunstancia (intervención policial o no), qué reacción pública puede desencadenar tal tipo de "chambre", etc.

Controlar los comportamientos. Es el objetivo de toda ciencia: adquirir un control sobre los procesos, en este caso, sobre los procesos sociales. Este control no hay que entenderlo como algo mecánico y menos en algo tan complejo como es la conducta humana. Se habla de control en el sentido de poder orientar y propiciar las conductas consideradas socialmente más constructivas y provechosas y modificar aquellas consideradas socialmente nocivas. Así, por ejemplo, prevenir o predecir la aparición de comportamientos inadecuados o futuros, y encauzar a los grupos sociales hacia actividades más provechosas. (pp. 24-25).

Ahora bien, es obvio que, como toda ciencia experimental, el presente estudio posee una serie de límites que es importante no perder de vista. Uno de los límites más serios es su condicionamiento ético sobre el uso de sujetos para actuar en escenarios ficticios, en función de los hechos accesibles en cada caso y circunstancia a la investigación. Otras limitaciones metodológicas tendrán que ver con los asuntos relacionados a la dinámica del trabajo experimental en función de la disponibilidad de los sujetos.

Un antecedente: sobre el “humor social”

A la fecha de esta investigación, hemos realizado tres encuestas sobre el «Humor social y político: cosmovisión e ideología»[1], las cuales han aportado datos estadísticos

1 Primer estudio: https://www.disruptiva.media/el-humor-social-y-politico-cosmovision-e-idologia-

importantes sobre la idiosincrasia y sistema de creencias salvadoreño. La Psicología Social busca estudiar, comprender y explicar cómo los pensamientos, sentimientos y comportamientos individuales están influenciados por la presencia real, simbólica o implícita de otros seres humanos. Por otra parte, el humor es una disposición o expresión del ánimo de un sujeto. Entonces, ¿puede existir un humor social?, ¿puede, determinado fenómeno, incidir en el humor o estado de ánimo de la gente?, y finalmente: ¿la gente puede actuar políticamente o votar influenciada por este humor social? (Picardo, 2020).

El humor social[2] se puede definir como el estado de ánimo (optimista o pesimista) de una comunidad o sociedad dominante, en un contexto o en un momento dado. Este humor social se forma por la interacción de los individuos (Spivak, 2015). En función de esta circunstancia, se percibe, procesa e interpreta la realidad y la información, y afecta las decisiones que se toman en cuanto aceptación o rechazo de la comunicación, el modo de vivir y las aspiraciones. Tiende a influir significativamente en las opiniones, actitudes, posturas de fenómenos, instituciones y personajes.

En la revisión bibliográfica no se han encontrado mayores antecedentes sobre libros o artículos arbitrados relacionados sobre el humor social, salvo un aporte de la doctora Marjolein 't Hart: *Humour and social protest: an introduction* (Marjolein 't Hart, 2007); el resto son investigaciones sobre humor y comunicación (Segado-Boj, 2011), tipología del humor (Cantero García, 2020), discursos sobre el humor (Cabral Scabin, 2020), entre otros. Existen algunas referencias que se han consultado, pero no citado, listadas también al final en el apartado de referencias.

La conducta social, por su parte, son formas de actuar colectivas, generalizadas y contagiosas, sobre la base de cohesiones, rumores, creencias y valores compartidos. Efectivamente, antes les llamábamos «fenómenos de masas», hoy también se clasifican

de-los-salvadorenos/
Segundo estudio: https://www.disruptiva.media/2a-encuesta-humor-social-y-politico-de-los-salvadorenos-paradigmas-y-creencias/
Tercer estudio: https://www.disruptiva.media/iii-encuesta-de-humor-social-y-politico/

2 Es el estado de ánimo que predomina en la sociedad, en función de él se percibe la realidad y se filtra e interpreta información. Impacta en las decisiones que se toman, en la compra de bienes, en la aceptación-rechazo de la comunicación, en la manera de vivir, en las metas y en los deseos que se establecen. Prevalece e influye significativamente en las actitudes, posturas y evaluaciones de temas, instituciones y personajes expuestos a la opinión pública (NODO, 2021, párr. 1).

como «primaveras». Así, los sujetos pierden su individualidad y actúan como rebaño, se contagian, siguen tendencias -*hashtags*-.

El análisis del humor social y la conducta social es un asunto que puede ser tratado por biólogos, matemáticos, antropólogos, sociólogos y psicólogos sociales. Implica un análisis holístico basado en datos, que generalmente aportan las encuestas y estudios sectoriales.

Partimos de un principio fundamental metodológico para entender el humor y la conducta social: los compartimentos o clases. En las sociedades latinoamericanas han existido tres grandes bloques demográficos socioeconómicos que poseen paradigmas distintos, humores y conductas diferentes: una minoría con la vida resuelta, una segunda minoría en un proceso de ascenso social, y una mayoría en problemas serios de supervivencia. Esto ha sido clasificado tradicionalmente como ricos, clase media y pobres.

Las redes sociales ocasionaron un fenómeno particular: desconectaron los elementos articuladores entre los tres bloques demográficos. En el pasado, las clases dominantes generaban un fenómeno de dependencia que inmovilizaban el humor y la conducta de los grupos subyacentes, a través de estructuras de dominación (educación, empleo, cultura, etcétera); ahora las redes sociales hiper-democratizaron la información, ocasionando una independencia de pensamiento y un fenómeno fractal.

Partiendo del principio de que el voto es una decisión emocional, en materia electoral en el pasado influían cuatro elementos en la toma de decisiones para emitir el voto: la tradición, la propaganda, la moda y el miedo; estos elementos moldeaban el humor y las conductas electorales. Actualmente, en la sociedad de la información (Castells, 1999), hay una nueva lógica en red; a través de la web y de sus plataformas o redes sociales, se han creado otros nodos de información que influyen en las decisiones, y modifican el humor y la conducta.

Las redes sociales han acelerado el proceso de la «relativización de todo»: ya no dependemos de la autoridad clásica (empresarial, religiosa, académica, etcétera), pues es la imagen, los textos breves o Twitter, las *fakenews*, el *influencer* en YouTube, los que movilizan las nuevas verdades, creando otros humores y conductas. Los símbolos también han cambiado: son digitales y líquidos (Bauman, 2004), por lo tanto, volátiles, dinámicos y efímeros.

La relativización de todo implica una subversión axiológica; ahora, el desdén, el insulto, la malcriadez y el uso disruptivo de la autoridad, están por encima de otros valores que eran bien vistos, pero no fueron eficaces. En efecto, la honestidad, la honradez y la ética del pasado no fue genuina, pues permitió y posibilitó la corrupción. El nuevo humor y conducta social ha dado la oportunidad a nuevos discursos estridentes.

Ideología: ¿de qué hablamos?

El concepto ideología fue formulado por Antoine Destutt de Tracy (En *Mémoire sur la faculté de penser*, 1796), y originalmente denominaba a la ciencia que estudia las ideas, su carácter, origen y las leyes que las rigen, así como las relaciones con los signos que las expresan.

Medio siglo más tarde, el concepto acoge su sentido actual al asociarse con una perspectiva epistemológica, fundada por Karl Marx y Friedrich Engels en su obra «La ideología alemana» (1974). Para dichos autores, la ideología es el conjunto de principios que explican el mundo -o encubren intereses- en cada sociedad en función de sus modos de producción, relacionando los conocimientos prácticos necesarios para la vida con el sistema de relaciones sociales. La relación con la realidad es muy importante para mantener esas relaciones sociales, y en los sistemas sociales en los que se da alguna clase de explotación para evitar que los oprimidos perciban su estado de opresión.

En su célebre «Prólogo a la contribución a la crítica de la economía política», Marx (1859) escribe:

> El conjunto de estas relaciones de producción forma la estructura económica de la sociedad, la base real sobre la que se levanta la superestructura jurídica y política y a la que corresponden determinadas formas de conciencia social. El modo de producción de la vida material condiciona el proceso de la vida social política y espiritual en general. No es la conciencia del hombre la que determina su ser sino, por el contrario, el ser social es lo que determina su conciencia. (párr. 2).

Entonces, hablamos de ideología cuando un conjunto de ideas determinadas, interpretadoras de lo real, son consideradas como verdaderas y son ampliamente compartidas conscientemente por un grupo social en una sociedad determinada.

Tales ideas se convierten en un rasgo fuertemente identitario, de forma similar a la religión, la nación, la clase social, el sexo, partido político, club social, etc., y se forman tanto grupos pequeños y cerrados como las sectas o grupos mayores o abiertos.

El origen de la mayoría de las ideologías se suele encontrar en corrientes filosóficas. Los primeros filósofos que estudiaron la «ideología», los psicologistas franceses (Condillac, Cabanis, Destutt de Tracy), situaron esa necesidad en el «yo interior», interpretado de diversas formas (psicologismo y psicofisiologismo). El sujeto se opone a lo exterior, que se da como suceso, puesto que requiere la reflexión individual. Estos pensadores franceses pretendían estructurar una teoría sobre el materialismo primitivo de las sensaciones y de ahí su derivación en emociones, pasiones y sentimientos, de manera que, del hecho, del suceso o del acontecimiento exterior, se pasase psicológicamente a la manera interior de captar las cosas y apreciar estas categorías de la psicología personal.

Desde la Psicología Social, una ideología es un conjunto normativo de emociones, ideas y creencias colectivas que son compatibles entre sí y están especialmente referidas a la conducta social humana.

Las ideologías suelen describirse y postularse en modos de actuar sobre la realidad colectiva, ya sea sobre el sistema general de la sociedad o en uno o varios de sus sistemas específicos, como el económico, social, científico-tecnológico, político, cultural, moral, religioso, medioambiental u otros relacionados con el bien común. La mayoría de estudiosos sobre el tema definen la ideología como **un sistema o universo de valores o conjunto de ideas que reflejan una concepción del mundo o cosmovisión, codificados en un cuerpo doctrinal, con el objetivo de establecer canales de influencia y de justificación de sus intereses del grupo social o político que la sostiene.**

Las ideologías suelen constar de dos componentes, uno teórico y otro práctico: una representación del sistema y un programa de acción. La representación proporciona un punto de vista propio y particular sobre la realidad vigente, observándola desde una determinada perspectiva compuesta por emociones, percepciones, creencias, ideas y razonamientos, a partir del cual se le analiza y compara con un sistema real o ideal alternativo, finalizando en un conjunto de juicios críticos y de valor que plantean un punto de vista superior a la realidad

vigente. El programa de acción tiene como objetivo acercar en lo posible el sistema real existente al sistema ideal pretendido.

Por su receptividad frente al cambio, hay ideologías que pretenden la conservación del sistema (conservadoras), su transformación radical y súbita (revolucionarias), el cambio gradual (reformistas), o la readopción de un sistema previamente existente (restaurativas). Por su origen, alcance y propósito, las ideologías pueden desarrollarse gradualmente a través de la observación, el diálogo, educación, el ajuste mutuo y el consenso sobre lo que es considerado socialmente correcto, desviado o dañino, o bien ser impuestas (incluso por medio de la violencia) por un grupo dominante especialmente interesado en generar influencia, conducción o control colectivo, sin distinción si este es un grupo social, una institución, o un movimiento político, social, religioso o cultural, o si su propósito se centra en promover el bien común o un interés particular.

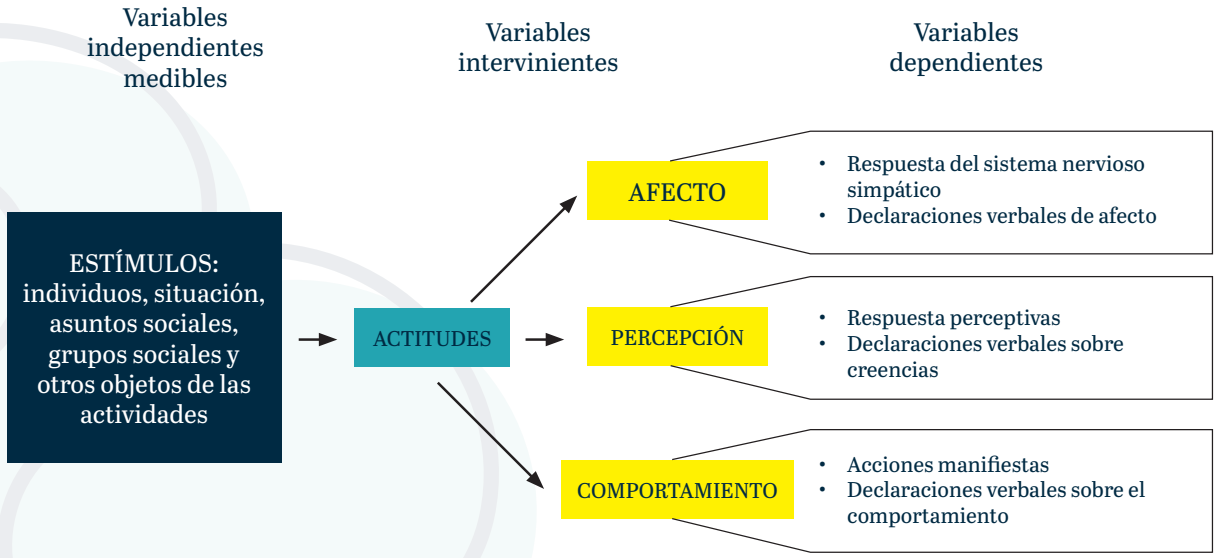
El concepto de ideología se diferencia del de cosmovisión (*weltanschauung*), en que este se proyecta a una civilización o sociedad entera, en cuyo caso está relacionado con el concepto de ideología dominante, cuando este abarca todos los sistemas específicos de la sociedad y es compartida por una amplia mayoría de la población. Por su naturaleza colectiva, el concepto rara vez se restringe al modo de pensar de un individuo aislado o particular.

Modelo de investigación

Las actitudes políticas de los ciudadanos se basan en un conjunto complejo de creencias, estados emocionales y conductas contagiosas; estas actitudes poseen una anatomía como reacción evaluativa favorable o desfavorable frente a algo, como respuesta o como postura cognitiva convergentes afectivas o racionales. Un esquema multidimensional para comprender estas actitudes es propuesto por Martín-Baró citando a Rosemberg y Hovland, como puede verse en la siguiente figura.

Figura 1

Arquitectura del estudio de las actitudes.



Fuente: Martín-Baró (1976) citando a Triandis (en Rosember y Hovland).

El estudio propuesto busca explorar y entender si las actitudes constituyen las valoraciones y tendencias reactivas de un individuo, frente a los diversos objetos de la realidad; además, si la ideología expresa la manera en cómo un grupo o clase social se relaciona con la realidad: cómo capta los objetos (categorización perceptiva: componente cognoscitivo), cómo los evalúa (valoración positiva o negativa: componente afectivo) y cómo actúa ante ellos (conductas socialmente posibles y aceptables: componente reactivo).

También hay una preocupación -y una búsqueda de respuesta-, sobre las relaciones entre actitudes, conocimientos y opiniones de los ciudadanos; y cómo la propaganda y las redes sociales modifican estos elementos.

Para lograr estos propósitos, se utilizaron algunos recursos psicométricos para medir constructos hipotéticos operacionalizando ciertas variables, considerando dirección, magnitud, ambivalencias, importancias, entre otras.

Finalmente, en la siguiente figura proponemos el modelo del estudio para que el lector tenga una idea general de la propuesta científica:

Figura 2

Modelo metodológico.

Fuente: elaboración propia.

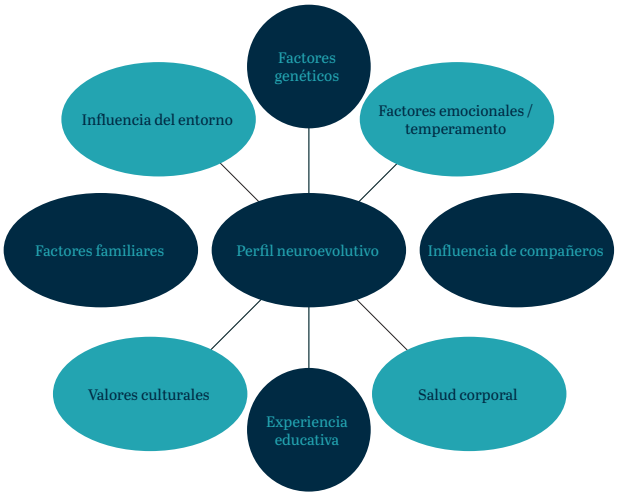
Puntos de partida

Ideología es un conjunto de ideas, creencias, valores y de representaciones mentales que guían la vida, y que han sido construidas por la familia, el sistema educativo, el contexto ambiental y las interacciones sociales.

Hay perfiles neuroevolutivos y no son rígidos. El sistema ideológico o de creencias está configurado por diversos vectores. La genética, la vida familiar y el estrés, los factores culturales, amistades, salud, emociones, experiencia educativa y sociedad educadora, son los elementos que forman el perfil mental.

Figura 3

Constructos o perfiles neuroevolutivos.



Fuente: elaboración propia con base en Levine (2003, p. 50).

El modelo teórico ABC planteado por el psicólogo cognitivo Albert Ellis (1913-2007), explica por qué las personas, pese a vivir un mismo evento, pueden desarrollar respuestas diferentes en función de sus propias creencias o sistemas de ideas. El modelo ABC de Ellis se basa en tres componentes de ajuste psicosocial: 1) Acontecimiento activador; 2) Sistema de creencias e ideas; y 3) Consecuencias (Pérez-Acosta *et al.*, 2008).

El acontecimiento activador ("A" *activating event*), es aquel fenómeno externo que le ocurre a un individuo o que él mismo ha propiciado que ocurra, que hace que se activen una serie de pensamientos y conductas problemáticas. El sistema de creencias ("B" *belief system*), representa toda la serie de cogniciones (creencias, prejuicios, supuestos, valores, etc.), que conforman la forma de ser y ver el mundo de la persona y en cierta medida su aparato ideológico. Finalmente, las consecuencias, tanto emocionales como conductuales ("C" *consequences*) frente a los hechos o fenómenos.

El experimento

El presente ejercicio experimental es breve y parte de la siguiente pregunta: ¿pueden cambiar los principios ideológicos de una persona sobre la base de una oferta económica?

Se envió un correo a tres grupos de estudiantes (90 en total), para identificar afinidad ideológica a través de una oferta de empleo temporal de una empresa ficticia de marketing y comunicaciones, con un cuestionario (ver correo en anexo).

Una vez recibidas las respuestas, se clasificaron en base a su perfil ideológico. Luego se hizo una contraoferta duplicando los honorarios, para valorar la vulnerabilidad ideológica.

Tabla 1

Oferta ficticia de empleo temporal.

Oferta laboral para estudiantes universitarios

Somos una agencia de marketing y comunicaciones regional, buscamos jóvenes universitarios para trabajar en la campaña electoral de 2024 en El Salvador haciendo monitoreo en redes sociales y medios digitales; nuestra oferta salarial es de US$ 15 la hora, horario a convenir, pudiendo incrementarse el monto y horas diarias por actividades especiales; iniciando el 15 de mayo de 2023.

Requisitos:

- Ser estudiante universitario activo
- Ambos sexos (incluye comunidad LGBTI+)
- Contar con laptop o móvil con conexión a internet
- Para nosotros es muy importante tu afinidad política, favor indicar lo siguiente (sombrea el círculo de tu elección y marca con color rojo ◯):

¿Cuál es tu perfil ideológico?	**¿Con respecto al actual gobierno del Presidente Bukele?**
◯ No tengo ideología ◯ Me considero de "derecha" ◯ Me considero de "izquierda"	◯ Estoy muy a favor ◯ Estoy a favor ◯ Estoy en contra ◯ Estoy muy en contra ◯ Me es indiferente
¿Para cuáles partidos políticos podrías trabajar?	**¿Con cuales partidos políticos no podrías trabajar?**
◯ ARENA ◯ FMLN ◯ Nuevas Ideas ◯ PDC ◯ Nuestro Tiempo ◯ PCN ◯ GANA ◯ Vamos ◯ País ◯ Fuerza Solidaria ◯ Con todos	◯ ARENA ◯ FMLN ◯ Nuevas Ideas ◯ PDC ◯ Nuestro Tiempo ◯ PCN ◯ GANA ◯ Vamos ◯ País ◯ Fuerza Solidaria
Si está interesado, enviar este formulario completo a: ProyectoElSalvador2024@gmail.com Nombre completo: Número de DUI:	
Programa o carrera en el que está matriculado: Universidad en la que está matriculado: Horario preferible para trabajar: De parte de nuestro equipo, gracias!!!	

Fuente: elaboración propia.

Resultados y discusión

De los 90 envíos se recibieron nueve solicitudes completas (10 % de los invitados, lo esperado). Con siete sujetos (cinco mujeres y dos hombres), se logró entablar un diálogo y correr el experimento. Ante la contraoferta de dinero para cambiar su posición ideológica, cinco de ellos respondieron afirmativamente y dos simplemente no contestaron.

La evidencia no es estadísticamente fuerte, pero el resultado es sólido. Ninguno de los sujetos participantes en el intercambio de correos se mantuvo en su posición ideológica, el factor dinero doblegó a cinco sujetos y dejaron a un lado sus principios iniciales a cambio de una posible mejor paga.

¿Tenemos todos un precio?

«Todo hombre tiene su precio, lo que hace falta es saber cuál es»: esta célebre frase que se le atribuye al político francés del siglo XVIII, Joseph Fouché, bien podría seguir teniendo vigencia en la actualidad y está a la base de nuestro experimento.

Frápolli (2013), comenta que:

> Ni científicos ni filósofos se ponen de acuerdo acerca de las características que definen nuestra naturaleza, ni siquiera acerca de si hay una tal naturaleza humana. Es improbable pues que a la cuestión de si la inclinación a la corrupción forma parte de esa hipotética esencia pueda darse una respuesta definitiva. Afortunadamente, esa respuesta no es ni necesaria, ni iluminadora. Que algo forme parte de nuestra naturaleza no lo convierte en aceptable. Quizá como homínidos seamos proclives a la violencia, pero eso no significa que debamos cultivarla. Ligar la corrupción a nuestra naturaleza no deja de ser una excusa para eliminar o rebajar la responsabilidad. Y, sin embargo, ser responsables de nuestros actos es lo que nos hace seres racionales, independientemente de lo que esté en nuestro código genético. (párr. 2).

Una mirada sosegada a lo que somos, a lo que hacemos y a lo que hemos conseguido, puede ayudar a contrarrestar el efecto de los casos de vulnerabilidad ideológica en la imagen que tenemos de nosotros mismos. Los datos brutos con los que convivimos cada día muestran que mayoritariamente no estamos dispuestos a traicionar creencias o principios a cambio de bienes materiales o posición social, pero en este ejercicio hay un nuevo punto de vista que requiere de mayor investigación.

Este proyecto busca abrir la puerta o recuperar el enfoque de Psicología Experimental en la academia salvadoreña; es un primer paso para continuar diseñando y realizando ejercicios científicos que nos permitan profundizar en cómo pensamos y cómo actuamos.

Referencias

Bauman, Z. (2004). *La modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica. https://catedraepistemologia.files.wordpress.com/2009/05/modernidad-liquida.pdf

Cabral, N. (2020). Discursos sobre el humor, la libertad de expresión y la ofensa en artículos publicados en dos periódicos brasileros entre el 2012 y el 2016. *Mediaciones*, vol. 16, No. 25. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7996357

Cantero García, V. (2020). Análisis de la tipología del humor en los artículos de costumbres de Larra. *Estudios de Literatura*; Núm. 11, pp. 417-449. https://revistas.uva.es/index.php/castilla/article/view/4143

Castells, M. (1999). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. La sociedad red. Siglo XXI.

Destutt de Tracy, A. (1976). *Mémoire sur la faculté de penser*. Mémoires de l'Institut National des Sciences et des Arts, pour l'an IV de la République. Baudouin imprimeur, thermidor an VI; extraits choisis : Première partie et chapitre I de la deuxième partie, p. 322-367. http://www.bibnum.education.fr/scienceshumainesetsociales/psychologie/memoire-sur-la-faculte-de-penser

Frápolli, M. (2013, 21 de abril). Una cuestión de valores. *La Vanguardia*. https://www.almendron.com/tribuna/una-cuestion-de-valores/

Levine, M. (2003). *Mentes diferentes, aprendizajes diferentes*. Editorial Paidós.

Marjolein 't, H. (2007). Humour and social protest: an introduction. *International Review of Social History*, Vol. 52, supplement 15: humour and social protest, pp. 1-20. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/S0020859007003094

Martín-Baró, I. (1976). *Psicología social. Programas de estudio y apuntes de clase.* https://

www.uca.edu.sv/coleccion-digital-IMB/wp-content/uploads/2015/12/1976-Psicologia-Social.pdf

Marx, K. (1859). *Prólogo a la contribución a la crítica de la economía política.* Edición: Marxists Internet Archive. https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1310072445.lflacso_1859_marx.pdf

Marx, C. y Engels, F. (1974). *La ideología alemana.* Coedición Ediciones Pueblos Unidos Montevideo, Ediciones Grijalbo, S. A. Barcelona. https://www.ugr.es/~lsaez/blog/textos/ideologia/ideologiaalemana.pdf

NODO. (s.f.). *Definición de humor social.* https://nodo-research.com/humor-social/

Pérez-Acosta, A., Rodríguez Sánchez, A. y Vargas, M. (2008). Albert Ellis (1913-2007): Pionero de los modelos mediacionales de intervención. *Behavioral Psychology / Psicología Conductual*, Vol. 16, Nº 2, pp. 341-348. https://www.behavioralpsycho.com/wp-content/uploads/2020/04/12.Perez_16-2oa.pdf

Picardo, O. (2020, 3 de noviembre). El humor social y la conducta social ha cambiado. *Revista Disruptiva.* https://www.disruptiva.media/el-humor-social-y-la-conducta-social-ha-cambiado/

Segado-Boj, F. (2011). Últimas tendencias en la producción científica europea en ciencias sociales, comunicación y humor. *Vivat Academia* [en línea]. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=525752959078

Slater, L. (2014). Cuerdos entre locos: Grandes experimentos psicológicos del siglo XX. Alba Editorial.

Spivak, H. (2015). *El humor social, la cultura pop y los mercados bursátiles.* Universidad Torcuato di Tella; Tesis de maestría. https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/2095

Otras referencias consultadas, pero no citadas

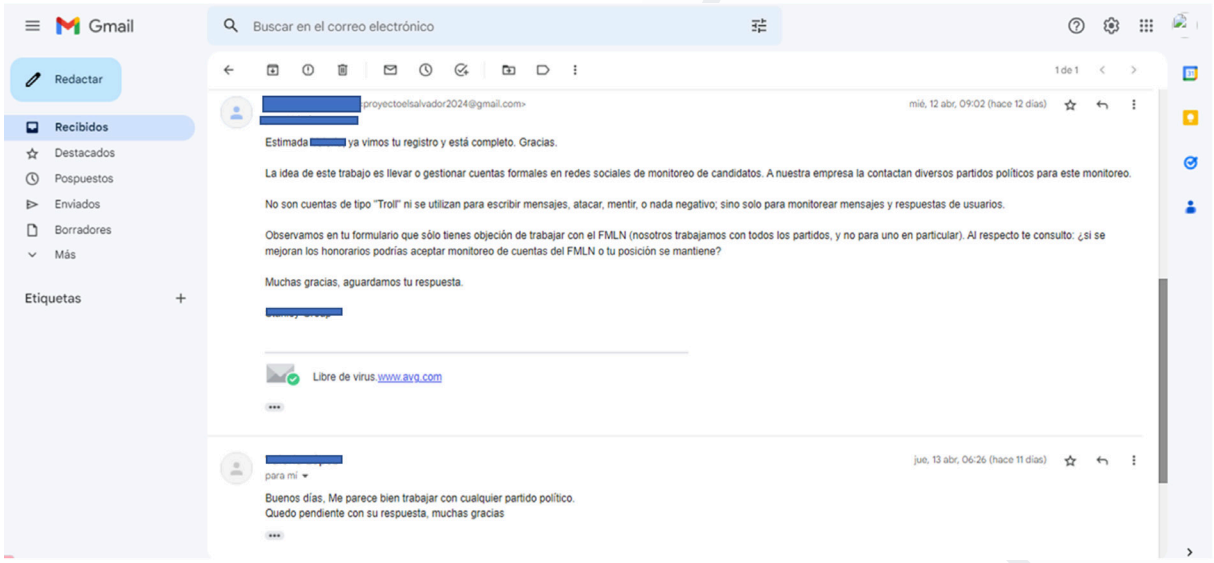
Alden, D.L., Hoyer, W.D. y Lee, C. (1993). Identifying global and culture-specific dimensions of humor in advertising: a multinational analysis. *Journal of Marketing*. Vol 57, 64-75. https://doi.org/10.2307/1252027

Fromm, E. (1967). *Psicoanálisis de la sociedad contemporánea*. Fondo de Cultura Económica.

Llinas, R. (2003). *El cerebro y el mito del yo, el papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humano*. Editorial Norma.

Martín-Baró, I. (1983). *Acción e ideología.* UCA editores; San Salvador.

Toledo, M. y García Aparicio, V. El humor desde la psicología positiva. I*nternational Journal of Developmental and Educational Psychology*, vol. 1, núm. 1, pp. 111-117. https://www.redalyc.org/pdf/3498/349832324012.pdf

Anexo

Ejemplo de correo enviado.