

Mindfulness y neuroplasticidad: como las ondas alfa revelan los cambios en la estructura cerebral. Una revisión sistemática.

Carolina López Barrera

Trabajo final de grado en psicobiología y neurociencia cognitiva

Universitat Oberta de Catalunya

Tutor David Bartrés Faz

Enero 2023

Agradecimientos

A mi madre por que en su dolor también vi su fuerza

A mi hermana Por su constante apoyo

A Jon por su tesón y firmeza

A Nazareth Castellanos (que, sin conocerla, fue una gran inspiración para empezar esta investigación)

Contenido

| | |
|------------------------------------|----|
| Resumen | 7 |
| Presentación | 8 |
| Justificación | 9 |
| Objetivos | 10 |
| Objetivo principal | 10 |
| Objetivos Específicos | 10 |
| Hipótesis | 10 |
| Metodología | 11 |
| Resultados | 25 |
| Discusión | 26 |
| Conclusión | 27 |
| Bibliografía | 28 |



Indice de tablas

| | |
|---------------|----|
| Tabla 1 | 15 |
| Tabla 2 | 19 |
| Tabla 3 | 22 |
| Tabla 4 | 23 |

Abreviaturas

CPF: medial

RND/(DMN): Red neuronal por defecto

fMRI: Imagen de resonancia magnética funcional

RMI: Imagen de resonancia magnética

OM: Se refiere al entrenamiento de: Atención plena abierta, enfocándose en estímulos sensoriales perceptuales o mentales.

MBTC: Atención plena basada en la terapia cognitiva.

FA: Atención focalizada. (Curso recientemente adaptado a (MBTC,))

MBSR: Reducción del estrés basado en la atención plena/mindfulness

EEG: Electroencefalograma

(FPN): La red frontoparietal

(PCC) Corteza cingulada posterior

(mPFC) Corteza prefrontal media.

Resumen

Introducción: El mindfulness, es una práctica ancestral que invita a vivir el presente de manera intencional y sin juicio. Se cree que esta práctica puede producir cambios estructurales y/o funcionales en el cerebro, y estos los podrían revelar las ondas alfa, que reflejan la actividad eléctrica influyendo en la neuroplasticidad neuronal.

Además, se piensa que la atención plena puede intervenir en la actividad de la red neuronal por defecto, que se activa cuando la mente está en reposo y se relaciona con el procesamiento de la información interna y externa. Esta revisión sistemática tiene como **objetivo** sintetizar la evidencia científica sobre la relación entre la atención plena, las ondas alfa y la red neuronal por defecto.

Método: Se inició la búsqueda de esta misión con estudios que utilizaron técnicas de neuroimagen para medir la actividad de las ondas alfa en adultos y adolescentes que practicaran la atención plena, en cuatro bases de datos (Pubmed, PsycINFO, Scielo y Sciencedirect), publicados entre 2010 y 2024, en español o inglés, con acceso completo y/o libre. Se seleccionaron 14 artículos que cumplían estos criterios, se extrajeron y sintetizaron los datos relevantes de los estudios, siguiendo el protocolo de Prisma (Moher et al., 2009). **Los resultados** demostraron que la atención plena produce cambios estructurales y/o funcionales en el cerebro, indicando una mayor neuroplasticidad, y modulando la actividad de la red neuronal por defecto.

Se concluye que la atención plena está implicada en una mejor regulación emocional y cognitiva partiendo de una base neurológica. Aunque es necesario apostar por más investigación para esclarecer los mecanismos implicados.

Palabras clave: Atención Plena, Ondas Alfa, Neuroimagen, Neuroplasticidad, Estructura Cerebral, Red neuronal por defecto.

Keywords: Mindfulness, Alpha, Neuroplasticity, Neuroimaging, Default mode red

Presentación

La meditación de atención plena o (mindfulness) es una práctica que consiste en prestar atención al momento presente, de forma intencional y sin juicio. (Crane et al., 2017). Ha capturado intereses educativos, terapéutico y clínicos, quizás por que ha demostrado ayudar a regular nuestra **mente errante y a reducir el procesamiento autorreferencial** narrativo. (Castellanos, 2021). Este procesamiento, se trata de la capacidad de construir una historia coherente y significativa para nosotros mismos a través de los recuerdos, las emociones y creencias y las expectativas que nos hemos ido creando, este nos permite tener una identidad un sentido de agencia y una visión de futuro, dependiendo así mismo de la Red neuronal por defecto (RDN) que definiremos pronto.

(Feruglio et al., 2021) realizaron una revisión, de estudios, que han medido la mente errante y el mindfulness con técnicas de neuroimagen y cuestionarios de tareas cognitivas, encontrando que el mindfulness se relaciona directamente con una menor frecuencia e intensidad de la mente errante y aumentando la metacognición, es decir la capacidad de monitorizar y regular los propios procesos mentales. Aunque mencionan la heterogeneidad de los mismos, y la urgente necesidad de investigación.

Esta práctica se ha popularizado en las últimas décadas, debido a sus beneficios potenciales para la salud física y mental, como la reducción del estrés, la mejora del bienestar, la prevención de la depresión o el aumento de la **resiliencia**.(Feruglio et al., 2021). Para comprender los mecanismos neurobiológicos que subyacen a estos beneficios, se han realizado numerosos estudios que han explorado los efectos de la meditación de atención plena en la actividad cerebral, utilizando técnicas de neuroimagen como el electroencefalograma (EEG), la resonancia magnética funcional (fMRI) o la tomografía por emisión de positrones (PET).(Fox et al., 2014b).

Estos estudios han utilizado la terapia cognitiva basada en el mindfulness (MBST) que combina elementos de la terapia cognitivo conductual con prácticas de meditación y de atención plena. Según (Brown et al., 2022) Tiene como objetivo ayudar a prevenir las recaídas de la depresión y a regular sus emociones de forma más adaptativa y efectiva. Por otro lado *la open monitoring(OM)*/monitoreo abierto, consiste en observar con una actitud abierta y curiosa todo lo que surge en la experiencia presente, sin focalizarse en nada concreto. Su objetivo es desarrollar una mayor conciencia y aceptación de los pensamientos emociones y sensaciones corporales.

Por último, la *(Fa) focused Attention*

Es un tipo de meditación de atención plena donde la persona se concentra en un objeto determinado como la respiración y vuelve a el cada vez que la mente divague. Su objetivo es mejora la capacidad de atención y control cognitivo.(Brown et al., 2022).

La red neuronal por defecto (RND) es un grupo de áreas cerebrales que se ponen en funcionamiento cuando el cerebro está en reposo o divagando. Esta red se relaciona con procesos tan relevantes como la memoria autobiográfica, la imaginación el pensamiento sobre el futuro, es decir las representaciones, incluyendo la teoría de la mente y la autoconciencia. (van Lutterveld et al., 2017). Así mismo los estudios de (Yang et al., 2016) han reportado que la atención plena reduce la actividad de la RND, lo que sugiere una menor tendencia a la distracción, el ensimismamiento y el juicio.

la Red Neuronal por Defecto es un estado mental en el que nuestra mente se desvía hacia un estado de ensoñación o divagación. En este estado, nuestra conciencia se atenúa y nuestras emociones, pensamientos y sensaciones se vuelven más automáticos, transitorios y fugaces, como si estuviéramos funcionando en "piloto automático". Se cree que pasamos alrededor de la mitad de nuestro día en este estado.

“En el libro cerebro el espejo del cerebro la autora sugiere que la cantidad de tiempo que pasamos en este estado de baja atención puede aumentar nuestra sensación de insatisfacción en la vida. El estudio indica que lo que realmente importa no es tanto lo que hacemos, sino cuánto de nuestra atención le dedicamos a lo que hacemos”.(Castellanos, 2021,p.29).

Las Ondas alfa son un tipo de ondas cerebrales que se generan cuando el cerebro está en un estado de relajación y alerta, se miden con EEG y se caracterizan por tener una frecuencia de entre 8 y 13 Hz. Estas se relacionan con la capacidad de inhibir o filtrar la información irrelevante y facilitar la atención selectiva. Aumentando su potencia la cual se refiere a la amplitud o intensidad de las ondas y la coherencia, que se refiere al grado de sincronización entre diferentes regiones del cerebro, lo que indica una mayor eficiencia y sincronización neuronal.(Jaiswal et al., 2019). Así mismo un mayor nivel de potencia y coherencia de las ondas alfa implica una mayor relajación y una menor interferencia a los estímulos externos(Lomas et al., 2015)

La neuroplasticidad es la capacidad del cerebro de adaptarse y reorganizarse en función de la experiencia, Según (Díez & Castellanos, 2022) implica la formación de nuevas conexiones sinápticas entre las neuronas, como la modificación de las existentes y ¡la generación de nuevas en algunas regiones del cerebro!, así pues cambia su estructura, en respuesta a la experiencia, el aprendizaje y el entrenamiento.

Algunos estudios han demostrado que la meditación de atención plena se asocia con cambios en la estructura y la función de diversas regiones y redes cerebrales, como la corteza prefrontal, la ínsula, el hipocampo, la amígdala, el cuerpo caloso, el modo por defecto, así como en la atención o la emoción.(Yang et al., 2016). Sin embargo, la evidencia disponible sobre los efectos de la meditación de atención plena en la actividad cerebral es heterogénea y presenta limitaciones, como el uso de diferentes definiciones y tipos de meditación, el diseño y la calidad de los estudios, la variabilidad de los participantes, y muestras pequeñas o sesgadas, la escasez de estudios longitudinales y de las intervenciones y/o la falta de comparación con otras prácticas, por ejemplo espirituales o contemplativas.(Barnby et al., 2015).

Estos motivos llevan a plantearse la necesidad de hacer revisiones sistemáticas que sinteticen la evidencia disponible de forma rigurosa y reproducible.

Justificación

(tender un puente entre la neurobiología y la espiritualidad La pregunta de investigación que se pretende responder con esta revisión es: ¿Que evidencias existen de que la práctica de la atención plena produce cambios estructurales en el cerebro, revelados a través de la potencia y coherencia de las ondas alfa y como se relacionan estos cambios con la neuroplasticidad y la actividad de la red neuronal por defecto? Al hacerlo se espera contribuir a una base más sólida para el uso de la atención plena en la práctica clínica.

A pesar de la creciente popularidad de la práctica de la atención plena, aún existen preguntas fundamentales sin respuesta sobre los mecanismos subyacentes a los beneficios que van siendo observado. La neurociencia cognitiva ha proporcionado las herramientas que a día de hoy son usadas para para observar y explorar estos cambios, basadas en la neuroimagen que permiten medir los cambios estructurales y funcionales en el cerebro asociados con la práctica de la atención plena(Díez & Castellanos, 2022)

Por ejemplo, algunos estudios han encontrado que la práctica regular de la atención plena está asociada con cambios estructurales positivos en el cerebro, como un aumento

en la potencia y coherencia de las ondas alfa, que se han interpretado como indicadores de mayor neuroplasticidad (Fox et al., 2014b; Jaiswal et al., 2019) Sin embargo, otros estudios no han encontrado diferencias significativas en estos parámetros entre los practicantes de mindfulness y los controles, lo que sugiere que los efectos de la atención plena en la actividad cerebral pueden ser más sutiles o específicos de ciertas regiones o redes cerebrales.

Por lo tanto, existe una necesidad urgente de sintetizar la evidencia científica existente sobre la relación entre la atención plena y la neuroplasticidad cerebral, para aclarar los mecanismos subyacentes a los beneficios de la atención plena y guiar futuras investigaciones y aplicaciones clínicas. Esta revisión sistemática tiene como objetivo abordar esta necesidad, mediante la identificación y síntesis de los estudios que han medido los cambios estructurales cerebrales asociados con la práctica de la atención plena, utilizando técnicas de neuroimagen.

Además, esta revisión sistemática se justifica por la necesidad de considerar al ser humano como un ser integral y de promover su bienestar mental en un mundo cada vez más complejo y estresante.

La atención plena ofrece una herramienta potencialmente valiosa para cultivar la paz mental y la resiliencia frente al estrés y la adversidad. Al aclarar los mecanismos cerebrales subyacentes a la práctica de la atención plena, esta revisión puede contribuir a optimizar y personalizar las intervenciones basadas en mindfulness, para maximizar sus beneficios para la salud mental y física

Objetivos

Objetivo principal

Sintetizar la evidencia científica sobre la relación entre la atención plena y la neuroplasticidad cerebral, mediante una revisión sistemática de estudios que hayan [medido los cambios estructurales cerebrales con técnicas de neuroimagen](#).

Objetivos Específicos

- ❖ Identificar y sintetizar la evidencia científica sobre los efectos de la atención plena en la potencia y coherencia de las ondas alfa como biomarcadores de la neuroplasticidad cerebral.
- ❖ Examinar la relación entre la práctica de la atención plena y la actividad de la red neuronal por defecto, determinando cómo la práctica puede influir en la conectividad y la función cerebral en estados de reposo y actividad.

Hipótesis

Se espera que esta revisión bibliográfica revele que la práctica regular de la atención plena está asociada con un aumento en la potencia y coherencia de las ondas alfa, lo que indica una mayor neuroplasticidad y cambios estructurales positivos en el cerebro. Además, se anticipa que la atención plena puede modular la actividad de la red neuronal

por defecto, favoreciendo una mejor regulación emocional y cognitiva en individuos que practican mindfulness de manera consistente

Metodología

Para realizar esta revisión sistemática se ha elegido el método PRISMA, (preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al.,2009) guía en todo el proceso de realización de la búsqueda. A continuación, se describen los pasos que se han llevado a cabo para buscar, seleccionar evaluar y sintetizar la información de los artículos que responden a la pregunta PICO ¿Que evidencias existen de que la práctica de la atención plena genera cambios estructurales y/o funcionales en el cerebro, revelados a través de la potencia y coherencia de las ondas alfa en jóvenes y adultos, y cómo se relacionan estos cambios con la neuroplasticidad y la actividad de la red neuronal por defecto?"

Protocolo y Registro: Se ha iniciado esta aventura de búsqueda siguiendo el diagrama de flujo de PRISMA. (2020) evaluando los artículos según su rigor metodológico, su validez interna y externa, así como su aportación al conocimiento de esta revisión, teniendo en cuenta el número de citas de estos. Se eligieron los artículos según los aspectos más relevantes para los objetivos marcados y se han registrado todos hasta la fase final en **Mendeley**. A partir de aquí se trabajaron coherentemente para su inclusión en este documento, y facilitar el seguimiento de las normas **APA 7**, su correcta y rigurosa inclusión de la bibliografía dentro del texto y al final de esta revisión.

Esta búsqueda se ha llevado a cabo a través de las bases de datos que se consideraron más relevantes y se inició de una manera ascendente para localizar artículos científicos basados en el efecto de la práctica de la atención plena sobre la estructura cerebral. Para luego pasar a ser convenientemente descendente al solo incluirse los estudios que cumplieran los siguientes criterios:

Tipo de estudio: estudios experimentales o cuasiexperimentales, o revisiones sistemáticas rigurosas, que evaluaran el efecto de la práctica de la atención plena sobre la estructura cerebral reveladas por las ondas alfa mediante técnicas de neuroimagen.

Participantes: jóvenes adolescentes y adultos sanos o con ansiedad y/o depresión y estrés que aplicaran un programa de reducción del estrés basado en la atención plena (MBSR, por sus siglas en inglés) como intervención principal o co-intervención.

Comparación: se admitieron estudios con grupo control o sin él, siempre que se comparara la estructura y/o función cerebral antes y después de la intervención.

Resultados: se consideraron los cambios en la estructura cerebral medidos por técnicas de neuroimagen, así como su relación con las ondas alfa y/o la red neuronal por defecto.

Idioma: se incluyeron los estudios escritos en inglés o castellano.

Fecha: se incluyeron los estudios publicados desde el año 2010 hasta el 2024.

Se excluyeron los estudios que tuvieran como intervención un tratamiento de un trastorno o déficit psicológico o neurológico basado en los cambios en la estructura cerebral, **que no fuese la práctica de la atención plena, o que no estuvieran basados en la neurociencia.**

Las palabras clave utilizadas fueron:

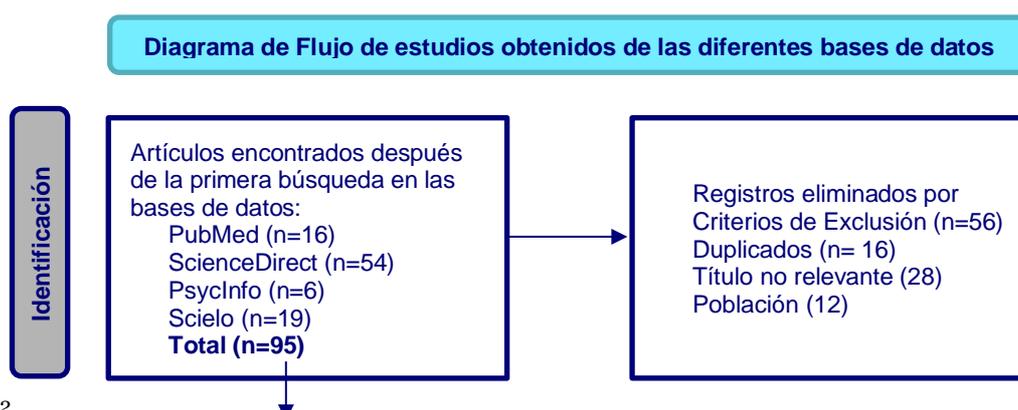
Atención plena/Mindfulness
Ondas alfa/Alpha
Meditación/Meditation
Neuroplasticidad/Neuroplasticity
Red neuronal por defecto/Default mode network
Neuroimagen/Neuroimaging.

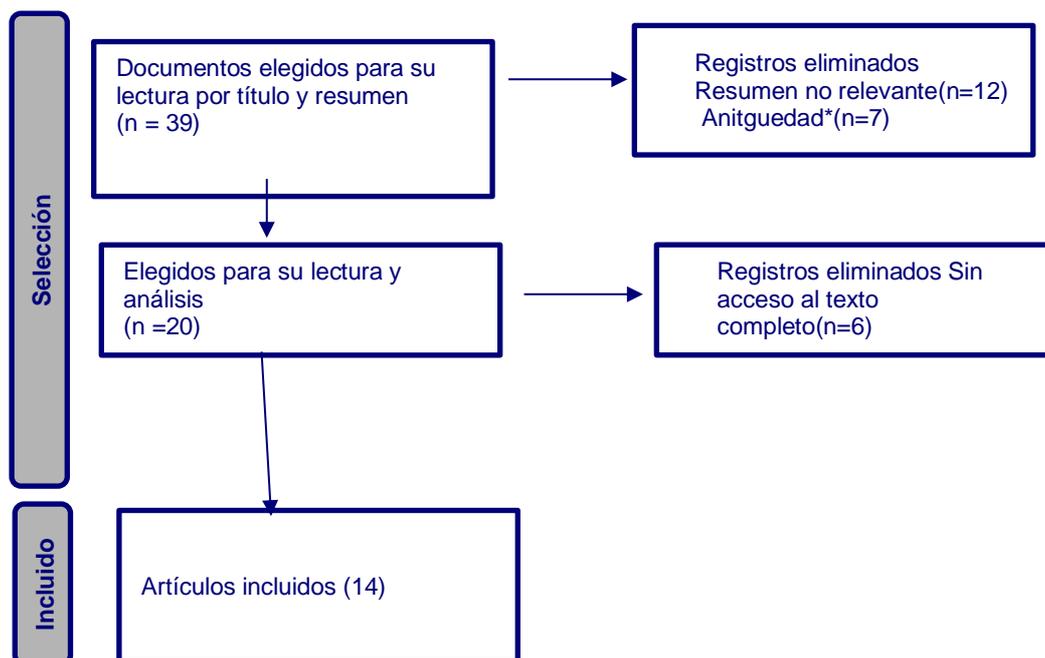
La estrategia de búsqueda se diseñó usando los términos o palabras clave relacionados con los componentes de la pregunta de investigación (PICO), combinados con los operadores booleanos dependiendo el motor de búsqueda. AND y OR (“adultos sanos” OR “ansiedad” OR “estrés”) AND (“atención plena” OR “mindfulness” OR “MBSR”) AND (“cambios estructurales” OR “neuroimagen” OR “ondas alfa” OR “neuroplasticidad” OR “red neuronal por defecto”). Se aplicaron los filtros de idioma (inglés o castellano) y fecha (desde 2010 hasta 2024) en todas las bases de datos. Las consultadas fueron: Pubmed, PsycINFO, Scielo y Sciencedirect. La búsqueda se realizó en enero de 2024.

El número de registros obtenidos en cada base de datos fue el siguiente: Pubmed (n= 16), PsycINFO (n= 6), Scielo (n= 19) y Sciencedirect (n= 54). Tras eliminar los registros duplicados, se obtuvieron 95 registros, únicos (n=79). Elegidos: (n=14). A pesar de ello el artículo de (Gao et al., 2023) al enfocarse en cómo la atención plena puede influir en la coherencia entre el cerebro y el corazón. Aunque utilizará EEG y ECG, examinaba cómo la meditación puede sincronizar la actividad neuronal con la cardíaca. Distanciándose de los objetivos específicos de esta revisión. Todo y así al restudiarse la interacción neurocardiológica antes y después de un entrenamiento de Reducción del Estrés basada en la Atención Plena (MBSR), se tuvo en cuenta para los resultados.

La selección de los estudios se realizó en tres fases. En la primera fase, se evaluaron los títulos de los registros obtenidos y se excluyeron los que no eran relevantes para la pregunta de investigación. En la segunda fase, se leyeron los resúmenes de los registros remanentes y se excluyeron los que no cumplían los criterios de inclusión o cumplían los de exclusión. En la tercera fase, se obtuvieron los textos completos de los registros seleccionados y se evaluaron de forma definitiva para incluirlos o excluirlos de la revisión. El número de estudios seleccionados en cada fase se muestran en el diagrama de flujo de **la figura 1** siguiendo el formato PRISMA (2020).

Figura 1





Adicionalmente se identificó un artículo dentro de la bibliografía de uno de los seleccionados.

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.

Posteriormente, tras la recopilación de los documentos, su análisis y su lectura, se han organizado los documentos en función de los objetivos seleccionados y su capacidad de dar respuesta a los mismos.

Es esta etapa se incluyó un libro relevante para darle forma a esta revisión, el espejo del cerebro de Nazareth Castellanos, (Castellanos, 2021) una de las grandes referentes en neurociencia cognitiva de la actualidad. y para ello, se han ampliado los criterios de búsqueda mencionados anteriormente.

Tablas de organización de artículos

Para organizar los artículos se llevaron a cabo las siguientes fases:

Primera fase: Se incluyen los datos básicos de los documentos seleccionados, así como un pequeño resumen con la intervención y su conclusión. Se decidió este método para poder obtener un primer esbozo general de los mismos. **(Tabla 1)**

Segunda fase: Se separaron los artículos referidos como revisiones sistemáticas destacando los objetivos cumplidos o no de la propuesta de esta revisión, con sus correspondientes sesgos encontrados, según **(tabla 2)**

Tercera fase: Se incluyeron los artículos cuasiexperimentales o experimentales para poder incluir los sesgos de este tipo de artículos, así como los objetivos referidos en esta revisión. **(Tabla 3)** Según *La Cochrane Library* (2024).

TABLA 1

Datos principales de los artículos seleccionados.

❖ En cuanto a los objetivos de esta tabla se basan en si cumplen o No con cada Objetivo propuesta en esta revisión.

| Autor/Año | Titulo | Tipo y Población | Resumen | Intervención | Conclusión/Resultado |
|----------------------------|---|--|--|--|---|
| (Feruglio et al., 2021). | The Impact of Mindfulness Meditation on the Wandering Mind: a Systematic Review | Revisión sistemática /Se revisaron 24 estudios número total de participantes 1018 de los cuales 518 son meditadores y 500 son controles no meditadores. | Según los estudios revisados los efectos de la meditación de la práctica de la atención plena sobre la mente errante han demostrado la mejora en el comportamiento cognitivo y afectivo, reflejándose en una menor actividad de la red neuronal por defecto. Como una mayor actividad en alfa en la corteza somatosensorial, reconocen los límites de la heterogeneidad. | Estudios en intervenciones basadas en Meditación de atención plena variando según estudio, como entrenamientos de FA y MBCT. | La meditación de atención plena regular se asoció con una reducción de la mente errante, la experimentación de emociones negativas tanto durante la meditación como en reposo. Esto se reflejó en una menor actividad en la red cerebral implicada en la generación de pensamientos espontáneos y autorreferenciales. Reconociendo limitaciones de heterogeneidad. |
| (Díez & Castellanos, 2022) | Investigación de Mindfulness en neurociencia cognitiva | Revisión científica /NA | Revisa estudios en neurociencia cognitiva sobre el mindfulness, centrándose en los cambios en la actividad de la red por defecto, la red atencional y la regulación emocional asociados a la práctica de mindfulness. Se discuten los efectos del mindfulness en la reducción de la actividad de la red por defecto, la regulación de la atención y la reorganización de la autorreferencia. | Estudios en intervenciones basadas Mindfulness/Atención plena | Se enfatiza la necesidad de más investigación sobre los mecanismos subyacentes neuronales de acción específicos del mindfulness en el cerebro. |

| | | | | | |
|-------------------------------|---|--|--|--|--|
| (Jaiswal et al., 2019) | Low delta and high alpha power are associated with better conflict control and working memory in high | Estudio empírico /60 adultos sanos, 30 mujeres, edad media 21 años | Investigo la relación entre la atención plena la ansiedad y control de conflictos utilizando (EEG) | Meditación de atención plena, 8 semanas, 2 horas semanales más práctica diaria | Actividad cerebral medida por EEG durante una tarea de control de conflictos y memoria de trabajo |
| (Lomas et al., 2015) | A systematic review of the neurophysiology of mindfulness on EEG oscillations | Revisión sistemática /El estudio revisó un total de 56 artículos que representaron resultados de 51 muestras de participantes independientes, con un total de 1715 sujetos. De estos, 46 artículos se centraron en participantes sanos, representando resultados de 42 muestras independientes con un total de 1358 sujetos. Además, 10 artículos incluyeron participantes con un trastorno psiquiátrico, representando resultados de 9 muestras independientes con un total de 357 sujetos. | En los estudios revisados, la atención plena se empleó para mejorar la regulación de la atención y la conciencia, así como para entrenar la atención y regular las emociones. Se utilizó neuroimagen para medir los cambios estructurales cerebrales y la actividad cerebral durante la práctica de la atención plena y la meditación. Se aplicó en la meditación trascendental, que implica concentrarse en una tarea específica, como escuchar un sonido. Además, se ha utilizado clínicamente para fomentar un monitoreo abierto y enfocarse en la regulación de la atención y la conciencia. | Meditación de atención plena u otras prácticas meditativas, duración variable | De los 18 estudios enfocados en la onda alfa 12 evidenciaron amplitud de dicha oscilación. Resultados mixtos en cuanto a la amplitud de las ondas cerebrales durante la meditación en comparación con el estado de reposo. Se observó un aumento en el poder alfa asociado con la atención plena. se identificaron limitaciones en la calidad y la información proporcionada en los estudios revisados. Necesidad de investigación para comprender completamente los efectos de la atención plena en la actividad cerebral y su relación con la neuroplasticidad. |
| (Pelaez Lopez et al., 2021) | El cerebro del meditador de atención plena: de la prospección a la tarea. | Revisión de literatura científica /15 adultos sanos, 8 mujeres, edad media 32 años. | Se exploro el cerebro a través de los meditadores de atención plena, desde la perspectiva de la prospección de la tarea. | Meditación de atención plena, 8 semanas, 2 horas semanales más práctica diaria. | Se señalo que la atención plena implica una regulación dinámica de la actividad cerebral que permite una flexibilidad y eficiencia cognitiva. |
| (van Lutterveld et al., 2017) | Meditation is associated with increased brain network integration | Estudio experimental /16 meditadores adultos sanos, 9 mujeres, novatos, y 16 meditadores experimentados. | El estudio utilizó EEG para analizar la conectividad cerebral durante la meditación, comparando meditadores novatos y experimentados. Los | Realización de una práctica de meditación que apoyara la conciencia sin esfuerzo, tanto para los meditadores novatos como para los experimentados. Se utilizó un | Se encontró que los meditadores experimentados mostraron un aumento en las medidas de integración de redes cerebrales durante la meditación en comparación con los |

| | | | | | |
|--------------------------|---|---|--|---|--|
| | | | resultados mostraron una mayor integración de redes en meditadores experimentados, especialmente en la banda alfa, lo que podría facilitar el intercambio de información del cerebro. | enfoque de árbol de expansión mínima para evaluar las medidas de integración de redes cerebrales asociadas con la meditación. | meditadores novatos, particularmente en la banda alfa. |
| (Fox et al., 2014b) | Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners | Realizaron un estudio un metaanálisis que incluyeron 300 participantes. | Examina los efectos de la meditación sobre la estructura del cerebro usando técnicas de neuroimagen morfométrica. | Meditación de atención plena u otras prácticas meditativas, duración variable usando técnicas de neuroimagen. | Hallaron Cambios estructurales en el cerebro, un aumento de densidad de la materia gris, como el hipocampo, la ínsula, medidos por MRI asociados a la meditación de atención plena |
| (Gao et al., 2023) | Increased neurocardiological interplay after mindfulness meditation: a brain oscillation-based approach | Estudio experimental. 60 adultos sanos, 30 mujeres, edad media 22 años | Se examino el aumento de la interacción neuro cardiológica después de la meditación de atención plena, utilizando el análisis de coherencia entre las ondas y ritmo cardiaco. | Meditación de atención plena, 8 semanas, 2 horas semanales más práctica diaria | Encontraron que la meditación de atención plena, mejoro la coherencia entre las ondas alfa, y el ritmo cardiaco lo que sugiere una mayor sincronización entre el cerebro y el corazón. Actividad cerebral medida por EEG y actividad cardíaca medida por ECG en estado de reposo |
| (Barnby et al., 2015) | How similar are the changes in neural activity resulting from mindfulness practice in contrast to spiritual practice? | 19 adultos sanos, 10 mujeres, edad media 24 años | Compararon el mindfulness con otras prácticas espirituales. | Meditación de atención plena, 8 semanas, 2 horas semanales más práctica diaria | Actividad cerebral medida por fMRI en estado de reposo, encontraron que, las practicas espirituales y el mindfulness producen cambios en el cerebro, en regiones relacionadas con la empatía, la compasión. |
| (Chowdhury et al., 2023) | Investigation of advanced mindfulness meditation "cessation" experiences using EEG spectral | 24 estudiantes universitarios de Bangladesh, de los cuales 12 eran participantes atención plena con e años de | Investigación de experiencias de "cesación" que se producen en la meditación avanzada de atención plena, interrupción temporal de la percepción | Meditación de atención plena con énfasis en la experiencia de "cesación", 10 días, 10 horas diarias | Análisis espectral, y EEG para medir cambios cerebrales, se encontró que la cesación tiene relación con un aumento de la potencia de las ondas delta y una disminución de las ondas alfa, beta y gamma. |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|--|
| | analysis in an intensively sampled case study | práctica y 12 controles sin experiencia. | sensorial, el pensamiento y sentido del yo. | | |
| (Yang et al., 2016) | State and training effects of mindfulness meditation on brain networks reflect neuronal mechanisms of its antidepressant effect | 13 principiantes estudiantes universitarios. | Su objetivo es ver la evidencia de la influencia de la meditación de atención plena en la depresión y ansiedad. A través de la inducción de cambios en la RDN relacionados con la plasticidad que alteran la base neuronal de trastornos afectivos. | Longitudinal investiga la FMRI En estado de reposo antes y después de 40 días de entrenamiento en meditación de atención plena. | Cambios significativos en la conectividad funcional y la plasticidad neuronal en varias regiones del cerebro, así como mejoras en los síntomas de depresión y ansiedad. Se necesita realizar estudios futuros con muestras más grandes. |
| (Brown et al., 2022) | Comparing impacts of meditation training in focused attention, open monitoring, and mindfulness-based cognitive therapy on emotion reactivity and regulation: Neural and subjective evidence from a dismantling study | Ensayo aleatorizado , 89 adultos de la comunidad en el noreste de Estados Unidos | Analiza los efectos de diferentes programas de entrenamiento de meditación de atención plena en la reactividad y regulación emocional. Se utilizaron registros de EEG. | La intervención consistió en comparar el entrenamiento de atención plena basado en la terapia cognitiva (MBCT) con el entrenamiento de atención enfocada (FA) y el entrenamiento de atención abierta (OM) | Los resultados mostraron que el entrenamiento de atención plena basado en la terapia cognitiva (MBCT) y el entrenamiento de atención enfocada (FA) pueden ser efectivos para alterar las respuestas emocionales a los estímulos. Además, se encontraron diferencias en la activación asimétrica de la banda alfa en respuesta a estímulos emocionales, lo que indica una percepción emocional más benigna. los programas de entrenamiento de meditación de atención plena pueden tener efectos positivos en la reactividad y regulación emocional, y que se necesitan más investigaciones para contrastar las hipótesis. |
| (Bloom et al., 2023) | Mindfulness-based real-time fMRI neurofeedback: a randomized controlled trial to optimize dosing for | Serán analizados 90 Adolescentes con trastorno de depresión mayor. | Analizarán el uso de neuroimagen por resonancia magnética funcional(fMRI) como una manera de retroalimentación en tiempo real para mejorar | El estudio tiene como objetivo determinar si esta intervención puede reducir la rumiación y los síntomas depresivos al regular a la baja la red del modo por defecto en el cerebro. La | Los estudios pretenden demostrar que la fMRI aumentará la adherencia y la satisfacción y la eficacia de la intervención |

| | | | | | |
|----------------------|------------------------------|-----------|--|---|--|
| | depressed adolescents | | los efectos de la atención plena. | intervención consistió en la utilización de la(fMRI) para analizar la actividad del cerebro | |
| Castellanos Nazareth | El Espejo del cerebro | Libro N/A | La ciencia ha demostrado la capacidad del cerebro para cambiar su estructura y adaptarse a lo largo de la vida influenciado por la experiencia el aprendizaje y la percepción del mundo y las emociones. | N/A | Acercar el lector al mundo de la neurobiología del cerebro y sus aplicaciones a la vida cotidiana. |

TABLA 2

Registro de los artículos de revisiones científicas teniendo en cuenta los objetivos dados en este trabajo.

| Autor | Título | Objetivo Principal | Objetivo específico 1 | Objetivo específico 2 | El riesgo del Sesgo Robis | Calidad Grade |
|----------------------|---|---|---|--|---|--|
| (Lomas et al., 2015) | A systematic review of the neurophysiology of mindfulness on EEG oscillations | Si, los estudios analizados aquí corroboran que la meditación de atención plena promueve la neuroplasticidad, lo que respalda la idea de que la meditación puede tener efectos significativos en la estructura y función del cerebro. | Sí, porque sintetiza la evidencia sobre los efectos de la atención plena en la potencia y coherencia de las ondas alfa. | Si, la práctica de la atención plena puede influir en la red neuronal por defecto, que está involucrada en la introspección, la memoria autobiográfica y la proyección mental hacia el futuro. | Podría ser Moderado. Cumple con criterios metodológicos. - Falta de registro previo del protocolo de la revisión. Fuentes heterogéneas. | Según Grade pareciera tener una calidad baja ya que tiene. Imprecisión, inconsistencia entre resultados de diferentes estudios. Falta de relevancia clínica de algunos resultados. |
| (Fox et al., 2014a) | Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of | Si, se menciona que los practicantes de meditación de atención plena exhiben una mayor | Aunque no se centra en las ondas alfa, sino en los cambios estructurales del cerebro, La práctica | No, aunque se discute la influencia de la práctica de la atención plena en la conectividad y la | Bajo | Alta, |

| | | | | | | |
|-------------------------|---|--|---|---|-----------|-------|
| | morphometric neuroimaging in meditation practitioners | volumetría de materia gris y menos fallas cognitivas reportadas, lo que sugiere cambios estructurales relacionados con la práctica de la meditación de la atención plena. | de la meditación de atención plena puede influir en la actividad cortical, evidenciado por cambios en las ondas alfa. Estos cambios se observan en la corteza somatosensorial primaria, un área relacionada con la percepción corporal y sensorial. | función cerebral en estados de reposo y actividad, lo que está relacionado con la actividad de la red neuronal por defecto. | | |
| (Feruglio et al., 2021) | The Impact of Mindfulness Meditation on the Wandering Mind: a Systematic Review | Si, Se mencionan estudios que demuestran que la práctica de la atención plena puede influir en la actividad de las ondas alfa, lo que sugiere neuroplasticidad cerebral. | No, del todo, porque no mide las ondas alfa, sino la frecuencia y el contenido de la mente errante, aunque el artículo aborda la relación entre la práctica de la atención plena y la actividad de las ondas alfa. | Estudios que demuestran cambios en la actividad cerebral y la conectividad funcional en la Red por Defecto del Modo (DMN) en meditadores a largo plazo, lo que sugiere cambios neuroplásticos en las funciones y estructuras del cerebro. | Moderado, | Baja, |
| (Gao et al., 2023) | Increased neurocardiological interplay after mindfulness meditation: a brain oscillation-based approach | A pesar de referirse a cambios estructurales cerebrales relacionados con RND y las ondas alfa, su objetivo principal es relacionarlo con la coherencia de la actividad cardíaca, | Sí, porque mide la potencia y coherencia de las ondas alfa | No, porque no mide la actividad de la red neuronal por defecto, sino la actividad cardíaca | Alto, | Baja, |

| | | | | | | |
|-----------------------------|---|--|--|--|-------|-----------|
| | | No cometido de esta revisión. | | | | |
| (Jaiswal et al., 2019) | Low delta and high alpha power are associated with better conflict control and working memory in high | Enfocado en la mejoría del trabajo y la ansiedad, aunque relacionado con la onda alfa y la práctica de la atención plena | Sí, porque mide la potencia y coherencia de las ondas alfa | No, porque no mide la actividad de la red neuronal por defecto, sino el | Alto, | Baja, |
| (Pelaez Lopez et al., 2021) | El cerebro del meditador de atención plena: de la prospección a la tarea. | Si, los estudios analizados utilizan neuroimagen y EEG y evidencias de cambios estructurales A través de la meditación de atención plena. | Los estudios analizados demuestran que la prevalencia de oscilaciones alfa y theta en el EEG durante la meditación de atención plena, respaldan los cambios observados estructural y funcionalmente con otras técnicas y puede extrapolarse también a los beneficios observados en las pruebas neuropsicológicas | Estudios con RMF han demostrado que la Meditación de la atención plena reduce la actividad en CPF, y la región posterior del giro cíngulo/ Precúneo de(RND). | Alto | Muy baja, |
| (Díez & Castellanos, 2022) | Investigación de Mindfulness en neurociencia cognitiva | Según estudios la práctica de mindfulness conduce a cambios neuronales a los pocos días de comenzar el hábito, que se solidifican a las pocas semanas y llegan a producir cambios en la arquitectura | | | | |

| | | | | | | |
|-------------------|--|---|--|--|--|--|
| | | funcional y anatómica del cerebro | | | | |
| Libro Castellanos | | | | | | |

TABLA 3

Registro de datos de artículos cuasi-experimentales o experimentales con sus sesgos.

| Autor | Título | Objetivos | Sesgos |
|----------------------|---|--|---|
| (Brown et al., 2022) | Comparing impacts of meditation training in focused attention, open monitoring, and mindfulness-based cognitive therapy on emotion reactivity and regulation: Neural and subjective evidence from a dismantling study | Si, se demuestra que los entrenamientos de FA y MBCT produjeron cambios significativos en el hemisferio izquierdo en la asimetría alfa frontal, comúnmente asociados con un cambio hacia la asimetría positiva basada en el entrenamiento de atención enfocada. Sugiere que puede influir en la potencia de las ondas alfa, pero no habla de la coherencia. 2. Se demostró que los cambios electrocorticales saludables entre los alumnos de (MBTC) y (FA) ocurren durante el procesamiento de estímulos emocionales, la (FAA) indica una capacidad para regular las emociones durante situaciones desafiantes. Sugiere que podría modular la conectividad y la función cerebral en estados de reposo y actividad. | Sesgo de selección: Bajo Participantes al azar, verificando características basales de los grupos. Sesgo de realización: Bajo. Ocultamiento de la asignación a los investigadores y participantes Sesgo de detección: Bajo. Se midió con (EEG) cuestionarios objetivos, analistas cegados a la asignación. Sesgo de desgaste: Bajo. No hubo bajas, representatividad y precisión de los resultados. Sesgo de notificación: Bajo. Sesgo de otro origen: Bajo. No se identificaron otros factores |
| (Bloom et al., 2023) | Mindfulness-based real-time fMRI neurofeedback: a randomized controlled trial to optimize dosing for depressed adolescents | Cumple parcialmente con los objetivos dado que compara los efectos de la atención plena con (fMRI) mientras, se observa una bola en una pantalla que refleja la activación de la red frontoparietal (FPN) relativa a la red por defecto (DMN). Midiendo los cambios en la conectividad funcional dentro d (DMN) la corteza prefrontal media (mPFC) y la cíngulada posterior (PCC) | Sesgo de selección: Bajo Muestra grande y aleatorizada, Sesgo de detección: Bajo. Sesgo de desgaste: Bajo. No hubo bajas, representatividad y precisión de los resultados. Sesgo de notificación: Bajo. No se detectó sesgo de publicación Sesgo de otro origen: Bajo. |

| | | | |
|--------------------------|---|---|--|
| | | y cambios en síntomas depresivos y rumiación. Aunque no se mide la respuesta en reposo si no, mediante un neurofeedback | |
| (Barnby et al., 2015) | How similar are the changes in neural activity resulting from mindfulness practice in contrast to spiritual practice? | Revisa la evidencia existente sobre los efectos de la meditación de atención plena en la actividad cerebral, especialmente en las ondas alfa y la red neuronal por defecto. Se concluye que la atención plena puede producir cambios estructurales y/o funcionales en el cerebro, indicando una mayor neuroplasticidad y modulando la actividad de la red neuronal por defecto. Sin embargo, se requiere más investigación para esclarecer los mecanismos implicados. | <p>Sesgo de selección: Alto Muestra pequeña y no aleatorizada.</p> <p>Sesgo de detección: Bajo. Medidas validadas estandarizadas.</p> <p>Sesgo de desgaste: Bajo. No hubo bajas, representatividad y precisión de los resultados.</p> <p>Sesgo de notificación: Bajo. No se detectó sesgo de publicación Sesgo de otro origen: Bajo.</p> |
| (Chowdhury et al., 2023) | Investigation of advanced mindfulness meditation “cessation” experiences using EEG spectral analysis in an intensively sampled case study | A pesar de evaluar a un solo participante, se decidió incluir por que incluía el análisis espectral del (EEG) para medir los cambios de ondas cerebrales durante experiencias de cesación, y se asociaron con un aumento de la potencia de las ondas delta y una disminución de alfa y gamma. Resolviendo el objetivo principal de sintetizar la evidencia científica existente sobre cómo la práctica de la atención plena induce cambios estructurales cerebrales medidos por las ondas alfa. Los hallazgos presentados en el estudio proporcionan una visión inicial de los mecanismos que subyacen a la capacidad inusual de inducir un vacío momentáneo de conciencia durante las cesaciones a través de la modulación a gran escala de la actividad cerebral, lo que sugiere una influencia de la práctica de la atención plena en la actividad de la red neuronal por defecto. | <p>Sesgo de selección: Alto.</p> <p>Sesgo de detección: Bajo.</p> <p>Sesgo de desgaste: Bajo.</p> <p>Sesgo de notificación: Bajo.</p> |

| | | | |
|--------------------------------------|---|---|--|
| <p>(Yang et al., 2016)</p> | <p>State and training effects of mindfulness meditation on brain networks reflect neuronal mechanisms of its antidepressant effect.</p> | <p>El artículo sugiere que la meditación de atención plena puede inducir cambios en la red neuronal por defecto, relacionados con la neuroplasticidad, que alteran la función cerebral en estados de reposo y actividad. Estos cambios podrían tener un uso terapéutico, especialmente en trastornos afectivos como la depresión. Sin embargo, se necesita más investigación para entender completamente estos mecanismos.</p> | <p>Sesgo de selección: Alto Muestra pequeña Sesgo de realización: Bajo. Sesgo de detección: Bajo Sesgo de desgaste: Bajo. No hubo bajas, representatividad y precisión de los resultados. Sesgo de notificación: Bajo. No se detectó sesgo de publicación. .</p> |
| <p>(van Lutterveld et al., 2017)</p> | <p>Meditation is associated with increased brain network integration</p> | <p>Principal: El estudio examinó cómo la meditación afecta la conectividad cerebral usando EEG. Aunque aporta datos sobre la atención plena y la neuroplasticidad, no realiza una revisión sistemática completa en esta área. 1. Se demuestra que la práctica de la atención plena está asociada con una mayor integración de redes cerebrales en las ondas alfa, lo que sugiere cambios en la conectividad cerebral relacionados con la neuroplasticidad e integración de redes cerebrales. 2. No, directamente, aunque determina cómo la práctica puede influir en la conectividad y la función cerebral en estados de reposo y actividad, examina la relación entre la práctica de la atención plena y la actividad de la red neuronal por defecto, determinando cómo la práctica puede influir en la conectividad y la función cerebral en</p> | <p>Sesgo de selección: Alto Muestra pequeña y no aleatorizada. Sesgo de realización: Bajo. Sesgo de detección: Bajo. Se midió con EEG Sesgo de desgaste: Bajo. No hubo bajas, representatividad y precisión de los resultados. Sesgo de notificación: Bajo. No se detectó sesgo de publicación.</p> |

Resultados

La búsqueda bibliográfica exhaustiva basada en encontrar la evidencia descrita en los objetivos de esta revisión dirigidos a como la práctica del mindfulness tiene una relación directa con los cambios estructurales y/o funcionales en el cerebro, obtuvo 13 artículos. Además, se agrego el libro de Nazareth Castellanos: El espejo del cerebro, (Castellanos, 2021) que acompaña toda esta andadura.

De estos **13 artículos** y un libro, tal y como sigue: 7 cuasi experimentales y 2 experimentales, y 4 de revisión, que han evaluado los efectos de la atención plena en el cerebro con diferentes tipos de neuroimagen. y 6 de revisión han sintetizado la evidencia científica sobre el tema. y un libro.

TABLA 4

| Autor | Tipo de estudio |
|---------------------------------|--------------------------|
| (Brown et al., 2022) | Experimental |
| (Fox et al., 2014a) | Revisión |
| (Bloom et al., 2023) | Experimental |
| (Díez & Castellanos, 2022) | Revisión de literatura |
| (Feruglio et al., 2021) | Revisión sistemática |
| (Jaiswal et al., 2019) | Cuasiexperimental |
| (Yang et al., 2016) | Cuasiexperimental |
| (Gao et al., 2023) | Cuasiexperimental |
| (Pelaez Lopez et al., 2021) | Cuasiexperimental |
| (Barnby et al., 2015) | Cuasiexperimental |
| (Chowdhury et al., 2023) | Cuasiexperimental |
| (van Lutterveld et al., 2017) | Cuasiexperimental |
| (Lomas et al., 2015) | Revisión sistemática |

Después del análisis profundo de cada artículo se descubrió, que el artículo (Gao et al., 2023) a pesar de cumplir con los criterios de selección, no cumplía con los objetivos directamente de esta revisión. Demostraba los cambios estructurales cerebrales relacionados **con RND y las ondas alfa**, pero su objetivo principal es relacionarlo con la coherencia de la actividad cardíaca, no cometido de esta revisión.

Por otro lado se decidió incluir a (Bloom et al., 2023) a pesar de no haber realizado aun la investigación por ofrecer evidencia muy relevante para esta revisión, y para poder empezar con su estudio.

En cuanto a (Chowdhury et al., 2023) Se decidió que también era relevante para incluirlo por sus comparaciones a nivel espiritual e innovadoras de "cesación" y su alto grado de experimentación sobre los objetivos que atañen a esta revisión.

Discusión

En esta revisión sistemática se ha evaluado la evidencia científica existente sobre los efectos de la meditación de atención plena en la actividad cerebral, los resultados obtenidos indican que la meditación de atención plena se asocia con cambios en la estructurales y/o funcionales de diversas regiones y redes cerebrales, así como con cambios en la potencia y coherencia de las ondas alfa y en la actividad de la red neuronal por defecto.

Estos hallazgos son consistentes con los de otras revisiones sistemáticas que han explorado los efectos de la meditación de atención plena en la actividad cerebral, utilizando diferentes técnicas de neuroimagen los cuales se han referido con anterioridad. Sin embargo, también se observan algunas diferencias y contradicciones entre los estudios incluidos, que pueden deberse a la heterogeneidad de los diseños, las intervenciones, los participantes. Por ejemplo, algunos estudios han encontrado que la meditación de atención plena aumenta la potencia y coherencia de las ondas alfa, lo que se ha interpretado como un indicador de mayor neuroplasticidad y cambios estructurales positivos en el cerebro. Sin embargo, otros estudios no han encontrado diferencias significativas entre los grupos de meditación y los grupos de control o de comparación en este aspecto. Estas discrepancias pueden deberse a factores como la duración, la frecuencia, el tipo y el nivel de la práctica meditativa, así como a la variabilidad individual de los participantes.

Otro aspecto que ha mostrado resultados divergentes es la actividad de la red neuronal por defecto, que se activa cuando el cerebro está en estado de reposo o de divagación mental. Algunos estudios han sugerido que la meditación de atención plena reduce la actividad de esta red, lo que se ha relacionado con una menor rumiación, una mejor regulación emocional y una mayor conciencia metacognitiva. Sin embargo, otros estudios han encontrado que la meditación de atención plena aumenta la actividad de esta red, lo que se ha asociado con una mayor integración de la información, una mayor creatividad y flexibilidad cognitiva. Estas diferencias pueden deberse al tipo de meditación practicada, al estado mental de los participantes, al método de medición utilizado o al análisis estadístico empleado.

Por lo tanto, se hace necesario realizar más estudios que controlen estos factores y que utilicen medidas estandarizadas y validadas para evaluar los efectos de la meditación de atención plena en la actividad cerebral, comparada con otras prácticas espirituales o contemplativas. Asimismo, se recomienda realizar metaanálisis que combinen los resultados de los estudios existentes y que estimen la magnitud y la dirección del efecto de la meditación de atención plena en la actividad cerebral.

Numerosos estudios sobre meditación utilizan diseños transversales para analizar cambios diferenciales en actividad o estructura cerebral entre meditadores experimentados y controles. Sin embargo, estos estudios presentan limitaciones, ya que no se puede confirmar que dichos cambios sean resultado directo de la meditación. Los meditadores aún siguen estando asociados a contextos budistas, lo que implica influencias filosóficas, sociales, éticas y cosmogónicas.

Conclusión

Como conclusión de esta aventura sistemática es crucial diseñar estudios longitudinales que puedan aislar estas prácticas de meditación para poder analizar los mecanismos neuronales asociados. Así mismo alternativamente, se que se podrían utilizar muestras heterogéneas en investigaciones transversales, controlando eso si el tiempo de práctica y por supuesto el contexto de la meditación.

Estos aspectos deben ser considerados en futuras investigaciones para una comprensión más precisa de los efectos de la meditación en el cerebro. (Díez & Castellanos, 2022)

Las limitaciones de esta revisión fueron por un lado los sesgos encontrados y que solo se incluyeron 14 estudios, que presentaban una calidad metodológica variable y que utilizaban diferentes definiciones y tipos de la práctica de la meditación. Además, no se realizó un metaanálisis debido a la heterogeneidad de los estudios.

Por otro lado, esta revisión se ha realizado con una metodología rigurosa y transparente, que se aplicaron criterios de inclusión y exclusión claros, se extrajeron y sintetizaron los datos de forma sistemática y ordenada.

Futuras líneas de investigación

En el artículo de (Gao et al., 2023) a partir de un estudio se respalda que la atención plena regular incrementa la potencia y coherencia de las ondas alfa, indicando mayor neuroplasticidad y cambios cerebrales positivos. Pero se invita a la reflexión sobre como la meditación puede modular la frecuencia de la actividad neuronal y sincronizar la oscilación alfa **con la actividad cardíaca**, mejorando la regulación emocional y la flexibilidad cognitiva. Una nueva línea para este entrenamiento gran aliado de nuestra salud, a tener en cuenta que es un entrenamiento sin juicios ni prejuicios de ninguna índole y con todo el potencial para poder vivir una vida más plena en todos los ámbitos. Además, la meditación puede influir en la interacción neurocardiológica, favoreciendo una mejor regulación emocional y cognitiva. En resumen, la atención plena regular está asociada con cambios positivos en la actividad cerebral y cardíaca, indicativos de mayor neuroplasticidad y mejor regulación emocional y cognitiva.

Así mismo es muy relevante la investigación de (Bloom et al., 2023) en la futura implementación que abre la posibilidad de explorar más a fondo cómo la retroalimentación neurofeedback basada en la atención plena en tiempo real con resonancia magnética funcional (mbNF) puede ser utilizada para tratar a adolescentes con Trastorno Depresivo Mayor (MDD). Esto podría incluir la optimización de la dosificación y la duración de la intervención, la evaluación de su eficacia en diferentes contextos y poblaciones, y la investigación de los mecanismos subyacentes de cómo esta intervención afecta al cerebro y al comportamiento.

Bibliografia

- Barnby, J. M., Bailey, N. W., Chambers, R., & Fitzgerald, P. B. (2015). How similar are the changes in neural activity resulting from mindfulness practice in contrast to spiritual practice? *Consciousness and Cognition: An International Journal*, *36*, 219–232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.07.002>
- Bloom, P. A., Pagliaccio, D., Zhang, J., Bauer, C. C. C., Kyler, M., Greene, K. D., Treves, I., Morfini, F., Durham, K., Cherner, R., Bajwa, Z., Wool, E., Olafsson, V., Lee, R. F., Bidmead, F., Cardona, J., Kirshenbaum, J. S., Ghosh, S., Hinds, O., ... Auerbach, R. P. (2023). Mindfulness-based real-time fMRI neurofeedback: a randomized controlled trial to optimize dosing for depressed adolescents. *BMC Psychiatry*, *23*(1). <https://doi.org/10.1186/S12888-023-05223-8>
- Brown, K. W., Berry, D., Eichel, K., Beloborodova, P., Rahrig, H., & Britton, W. B. (2022). Comparing impacts of meditation training in focused attention, open monitoring, and mindfulness-based cognitive therapy on emotion reactivity and regulation: Neural and subjective evidence from a dismantling study. *Psychophysiology*, *59*(7), 1–22. <https://doi.org/10.1111/psyp.14024>
- Castellanos, N. (2021). *El espejo del cerebro* (La huerta Grande Editorial (ed.)).
- Chowdhury, A., van Lutterveld, R., Laukkonen, R. E., Slagter, H. A., Ingram, D. M., & Sacchet, M. D. (2023). Investigation of advanced mindfulness meditation “cessation” experiences using EEG spectral analysis in an intensively sampled case study. *Neuropsychologia*, *190*, 108694. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROPSYCHOLOGIA.2023.108694>
- Crane, R. S., Brewer, J., Feldman, C., Kabat-Zinn, J., Santorelli, S., Williams, J. M. G., & Kuyken, W. (2017). What defines mindfulness-based programs? The warp and the weft. *Psychological Medicine*, *47*(6), 990–999. <https://doi.org/10.1017/S0033291716003317>
- Díez, G. G., & Castellanos, N. (2022). Investigación de mindfulness en neurociencia cognitiva. *Revista de Neurología*, *74*(5), 163–169. <https://doi.org/10.33588/rn.7405.2021014>
- Feruglio, S., Matiz, A., Pagnoni, G., Fabbro, F., & Crescentini, C. (2021). The Impact of Mindfulness Meditation on the Wandering Mind: a Systematic Review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *131*, 313–330. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2021.09.032>
- Fox, K. C. R., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., Sedlmeier, P., & Christoff, K. (2014a). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *43*, 48–73. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.03.016>
- Fox, K. C. R., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., Sedlmeier, P., & Christoff, K. (2014b). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *43*, 48–73. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2014.03.016>
- Gao, J., Sun, R., Leung, H. K., Roberts, A., Wu, B. W. Y., Tsang, E. W., Tang, A. C. W., & Sik, H. H. (2023). Increased neurocardiological interplay after mindfulness meditation: a brain oscillation-based approach. *Frontiers in Human Neuroscience*, *17*(June), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1008490>
- Jaiswal, S., Tsai, S.-Y., Juan, C.-H., Muggleton, N. G., & Liang, W.-K. (2019). Low delta and high alpha power are associated with better conflict control and working memory in high mindfulness, low anxiety individuals. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *645–655*. <https://doi.org/10.1093/scan/nsz038>
- Lomas, T., Ivtzan, I., & Fu, C. H. Y. (2015). A systematic review of the neurophysiology of

- mindfulness on EEG oscillations. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 57, pp. 401–410). <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.09.018>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P. C., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PMED.1000097>
- Pelaez Lopez, M. A., Lozano Zuluaga, J. J., Narváez Andrade, M. J., Becerra Hernández, L. V., Peláez López, M. A., Lozano Zuluaga, J. J., Narváez Andrade, M. J., & Becerra Hernández, L. V. (2021). El cerebro del meditador de atención plena: de la prospección a la tarea. *Universitas Médica*, 62(4), 172–187. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed62-4.brai>
- van Lutterveld, R., van Dellen, E., Pal, P., Yang, H., Stam, C. J., & Brewer, J. (2017). Meditation is associated with increased brain network integration. *NeuroImage*, 158, 18–25. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2017.06.071>
- Yang, C. C., Barrós-Loscertales, A., Pinazo, D., Ventura-Campos, N., Borchardt, V., Bustamante, J. C., Rodríguez-Pujadas, A., Fuentes-Claramonte, P., Balaguer, R., Ávila, C., & Walter, M. (2016). State and training effects of mindfulness meditation on brain networks reflect neuronal mechanisms of its antidepressant effect. *Neural Plasticity*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9504642>