

Investigación de *mindfulness* en neurociencia cognitiva

Gustavo G. Díez, Nazareth Castellanos

Resumen. *Mindfulness* es un término que ha pasado a formar parte del vocabulario en nuestra sociedad, y su práctica se ha instalado en el contexto educativo, terapéutico, clínico y como herramienta de bienestar o crecimiento personal. En este artículo hacemos un repaso de los trabajos de investigación más relevantes en neurociencia cognitiva del *mindfulness* clasificándolos en tres grandes áreas: a) cambios diferenciales en la actividad de la red por defecto debidas a la práctica del *mindfulness*; b) cambios funcionales o estructurales de la red atencional, y c) cambios funcionales o estructurales de la red frontolímbica y la amígdala, relacionados con la regulación emocional. Hay suficiente bibliografía para afirmar el efecto cerebral que conlleva la práctica de *mindfulness*, pero todavía necesitamos generar mejores diseños experimentales que nos permitan encontrar los mecanismos de acción de prácticas específicas.

Palabras clave. Atención. Bienestar. Emoción. Estrés. *Mindfulness*. Neurociencia cognitiva.

Introducción

Mindfulness se define como una forma de ‘atención consciente y deliberada, en el momento presente y sin juzgar’ [1,2]. Esta definición ha sido mayoritariamente aceptada en la comunidad científica, aunque pueda dar lugar a múltiples interpretaciones y, por lo tanto, carezca de la claridad suficiente en el estudio de las bases neurofisiológicas de las prácticas de *mindfulness*. El entrenamiento es un elemento central en los programas basados en *mindfulness*. La repetición de ejercicios pautados podría mejorar funciones básicas como la atención, la regulación emocional o el descentramiento, asociados a variaciones funcionales y estructurales en el sistema nervioso. En palabras de Kabat-Zinn: *mindfulness* ‘... se consigue concentrándose en un objeto primario (comúnmente el flujo sucesivo de inspiraciones y espiraciones) hasta que la atención es relativamente estable, y luego permitiendo que el campo de objetos de atención se expanda (generalmente por etapas) para incluir, en última instancia, todos los eventos físicos y mentales (sensaciones corporales, pensamientos, recuerdos, emociones, percepciones...’). La expansión del campo de atención se enseña gradualmente a lo largo de varias sesiones’ [3].

La neurociencia del *mindfulness* aporta conocimiento más detallado de la activación cerebral basal, los mecanismos de regulación de la atención, las emociones y la autorreferencia. El campo es muy extenso y son muchos los grupos de investigación que se dedican a entender el *mindfulness* a tra-

vés de los mecanismos cerebrales subyacentes. En este artículo hacemos un recorrido por los trabajos que consideramos de mayor interés para el lector que quiere tener un conocimiento de la base neuronal del *mindfulness*. Además, no podemos ser ajenos a las disyuntivas del contexto de investigación en *mindfulness*. En la última parte del artículo analizamos dos de los principales problemas epistemológicos de la neurociencia de *mindfulness* que se presentan debido al origen precientífico de las prácticas de meditación.

Neurociencia del *mindfulness*

Es oportuno empezar por definir el *mindfulness*, aunque sea una tarea compleja. La palabra es polisémica y la práctica de *mindfulness* involucra múltiples procesos. No obstante, su definición tiene tres significados diferenciados.

En primer lugar, *mindfulness* se refiere a un conjunto de prácticas que se desarrollan siguiendo un sistema dado con la intención de ejercitar la atención o desarrollar cualidades afectivas, como la ecuanimidad [4]. Las prácticas de *mindfulness* pertenecerían a un conjunto más grande de prácticas que comúnmente se llaman prácticas de meditación o contemplación [5]. En segundo lugar, *mindfulness* se refiere a un movimiento reciente, que debe su expansión a la creación de un programa basado en el *mindfulness* para la reducción del estrés y utiliza prácticas que fueron utilizadas en la

Cátedra extraordinaria de *Mindfulness* y ciencias cognitivas. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Correspondencia:

Dra. Nazareth Castellanos. Cátedra extraordinaria de *Mindfulness* y ciencias cognitivas. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas, E-28223 Somosaguas, Madrid.

E-mail:

nazareth@nirakara.org

Financiación y agradecimientos:

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto de investigación ‘Interacción cerebro-cuerpo en meditación’, financiado por la cátedra de *mindfulness* y ciencias cognitivas de la Universidad Complutense de Madrid y el laboratorio Nirakara-Lab, centro de investigación privado en ciencias cognitivas. Agradecemos el apoyo del laboratorio de Neurociencia Cognitiva y Computacional del Centro de Tecnología Biomédica de la Universidad Politécnica y Complutense de Madrid, en especial al profesor Fernando Maestú y al investigador Pablo Cuesta.

Aceptado tras revisión externa: 11.02.22.

Conflicto de intereses:

No declarado.

Cómo citar este artículo:

Castellanos N, Díez GG. Investigación de *mindfulness* en neurociencia cognitiva. Rev Neurol 2022; 74: 163-9. doi: 10.33588/rn.7405.2021014.

© 2022 Revista de Neurología

tradición budista o yóguica, recontextualizadas en un ámbito académico y clínico [6]. En tercer lugar, *mindfulness* puede ser un constructo psicológico, normalmente cuantificado mediante cuestionarios autoinformados [7]. Se ha construido un gran espectro de constructos con diferentes factores que han tenido más o menos acogida. Quizás uno de los más sintéticos fue propuesto por Shapiro et al [8], quienes analizaban el constructo en componentes atencionales, motivacionales y afectivos. Así pues, *mindfulness* es un tipo de atención que se desarrolla en un individuo que es consciente de su propia función atencional, que se enfoca voluntariamente en el presente y que no enjuicia o reacciona ante la experiencia (descentramiento). Pero la situación es muy compleja, pues, aunque se han hecho esfuerzos concertados para proporcionar descripciones consensuadas de la atención plena [9-15], siguen existiendo variaciones considerables en cuanto al significado de *mindfulness*. Ante esta ambigüedad, cabe preguntarse si es necesario desarrollar un constructo de *mindfulness* para estudiar su impacto desde una perspectiva psicobiológica, o más bien se trata de detectar qué funciones cerebrales, ya conocidas, podrían explicar el potencial terapéutico de las intervenciones basadas en *mindfulness*. Un buen punto de partida es el que proponen Hölzel et al [16]. En su modelo, dentro de un entrenamiento basado en *mindfulness*, habría cuatro funciones potencialmente diferenciales; a) regulación atencional; b) consciencia interoceptiva; c) regulación emocional; y d) autorregulación o reorganización de la referencia propia. Nuestro grupo realizó recientemente una revisión de la batería de test psicométricos validados para estimar los cambios psicológicos derivados de una intervención basada en *mindfulness* [17] mediante un análisis de redes que mostraba los cambios topológicos del estado psicológico como un sistema más que como la composición de variables independientes.

Sensación de bienestar: disminución de la red por defecto

Uno de los temas de mayor relevancia para la neurociencia es la caracterización de la red por defecto. Fue descrita por Marcus Raichle et al [18] como una red de regiones cerebrales que están más activas durante el 'reposo' que durante la ejecución de una tarea, es decir, identifica las áreas que reducen su actividad al realizar cualquier tarea consciente. Esas áreas son: a) el lóbulo temporal medial, involucrado en la memoria y la planificación; b) la corteza

prefrontal medial, clave en la inhibición, el control, y la evaluación propia y de otros; c) la corteza cingulada posterior, motor de la integración emocional y la discriminación de la información relevante; d) la precuña ventral, que integra información de las áreas sensoriales; y e) la corteza parietal, principalmente las áreas motoras del lenguaje. Caracterizar la red por defecto nos lleva a la descripción de un cerebro en 'reposo' o 'que no hace nada', una mente que vive en la planificación de un futuro, la vivencia de memorias, la experiencia de sensaciones, la escenificación de hipotéticos escenarios donde somos el actor protagonista [19] y mucho diálogo interior de contenido autobiográfico [20]. Todo ello de forma espontánea y rápidamente cambiante. Ésta es también la descripción de una mente divagante o que vive en un estado de ensoñación. La mayoría de las personas pasan en dicho estado aproximadamente el 47% del tiempo [21]. Si consideramos que una actividad elevada o persistente de la red por defecto correlaciona con estados de infelicidad percibida, su disminución debería contribuir al bienestar. En 2011, un consorcio de universidades americanas mostró que la meditación reduce la actividad de la red por defecto [22], especialmente en las cortezas medial prefrontal y la cingulada posterior y la precuña, y con ello el ajeteo mental y la satisfacción subjetiva percibida. Dicho estudio mostraba, además, que la disminución de la actividad de la corteza cingulada en la red por defecto estaba relacionada con una reorganización del sentimiento de sí mismo. La disminución de esta área en meditadores sugiere también que la red por defecto está menos centrada en la idea de yo, menos 'egocéntrica' o autorreferencial. Los cambios observados en la red por defecto en meditadores de larga trayectoria no se limitan sólo al tiempo de la práctica, sino que su disminución es estable en el tiempo [23] y se convierte en un rasgo característico de su cerebro. Como veremos en la descripción de los mecanismos neuronales de la atención, siguiente subsección, la red por defecto es un atractor al que converge el cerebro en momentos en que 'olvidamos' el objeto de la atención, es decir, cuando nos distraemos. Diversos estudios han mostrado que meditadores expertos recurren con menor frecuencia a esta red que los principiantes [24]. Una de las aplicaciones de las intervenciones basadas en *mindfulness* se centra en aumentar la calidad de vida de personas con dolor crónico a través de la reducción de su incrementada actividad de la red por defecto [25]. Estos artículos se convertían en semilla para entender los mecanismos neuronales de por qué el *mindfulness* contribuye significativamente a mejo-

rar la calidad de vida. Aunque la red por defecto tiene un papel crucial en la creatividad, la planificación, y la consolidación de las memorias y de la identidad, la bibliografía científica señala, como decíamos, el excesivo tiempo que pasa el cerebro en dicha red. La estadística, señalada más arriba, del 47% del tiempo y su correlación con la insatisfacción vital llevan a propagar la reducción de la red por defecto como medida de bienestar.

Regulación de la atención: incremento de la corteza frontal y de la cíngulada anterior

El entrenamiento en *mindfulness* se caracteriza por una regulación de la atención, y se sirve para ello de procesos como la alerta, la reordenación y la resolución de conflictos. Una de las tareas más conocidas de la práctica de la meditación es la atención a la respiración. Este ejercicio, aparentemente fácil, permite conocer dichos procesos. En un experimento realizado con resonancia magnética funcional, Davidson y sus colaboradores midieron la actividad hemodinámica cerebral en sujetos durante la atención a la respiración y fueron instruidos para notificar los momentos de distracción [26]. Sus resultados permitieron describir el proceso de control y reordenación de la atención, donde se distinguen cuatro fases: a) distracción: época durante la cual el sujeto está absorto en ensañaciones y ajeno a la tarea de atención localizada en las sensaciones de la respiración. Esta época se caracteriza por un aumento de la red por defecto. En meditadores expertos, esta época es de corta duración, mientras que en principiantes puede ocupar gran parte de la práctica; b) toma de conciencia: el momento de dar cuenta de la distracción se acompaña de una red de asignación de la relevancia e involucra zonas como la ínsula y el giro cíngulado; c) reorientación de la conciencia: tras dar cuenta de la distracción, sucede un momento de identificación de la tarea que se va a realizar, época que involucra a la corteza prefrontal dorsolateral y las áreas parietales de proyección de la memoria, y d) atención: por último, se ejecuta la tarea a la que se había encomendado el sujeto, en este caso la atención a las sensaciones de la respiración. Esta tarea de atención focalizada activa la corteza prefrontal dorsolateral. El paso por las diferentes estaciones y la permanencia en ellas depende del grado de experiencia del sujeto, pero podría resumirse en palabras de Yates et al [27] como 'la práctica de la meditación supone pasar de una interrupción esporádica de la distracción a una de la atención'. Si atendemos a los mecanismos neurona-

les por los cuales se incrementa el control de la atención, la bibliografía científica nos sitúa en dos áreas cerebrales: la corteza cíngulada anterior y la corteza dorsolateral prefrontal. La corteza cíngulada anterior es un área que media en la atención detectando la presencia de conflictos (foco de la atención frente a distracciones, letargo o sensaciones) y, junto con su conexión con la corteza frontal y la ínsula, se sitúa como una de las zonas que debería tener mayor relevancia en la práctica de *mindfulness* [28]. La actividad de la corteza cíngulada anterior es mayor en meditadores expertos, tanto en estado basal como durante la meditación [29], y en principiantes que habían seguido un programa basado en *mindfulness* de ocho semanas de duración [28,30]. La práctica de la meditación no sólo induce cambios funcionales en la corteza cíngulada anterior, sino también estructurales [31]. La corteza dorsolateral prefrontal está involucrada en las funciones ejecutivas, como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, la planificación y la inhibición. Dichas funciones se emplean fuertemente en el entrenamiento en *mindfulness*. La activación de la corteza dorsolateral prefrontal se incrementa en meditadores de largo recorrido en la práctica meditativa [29]. Como consecuencia del aumento de la corteza dorsolateral prefrontal, se produce una reorganización de las redes en las que está involucrada, entre las que destaca la red frontolímbica, que media la regulación emocional, como veremos más adelante. Uno de los mecanismos fisiológicos que apoya la hipótesis de que la práctica de *mindfulness* mejora la función atención está basada en el incremento de las oscilaciones α , ritmo neuronal en el que las células emiten potenciales de acción a una frecuencia de unos 8-12 disparos por segundo. Investigadores de la Universidad de Tokio demostraron en la década de los sesenta [32] que el cerebro de los monjes presentaba mayor presencia de ondas α en la parte posterior del cerebro, que iba desplazándose y amplificándose hasta llegar a la corteza frontal. Como enfatizan Jensen y Mazaheri [33], las oscilaciones α no representan un estado cerebral o un estado de relajación, sino una inhibición específica que impide las interferencias internas y potencia los mecanismos del control *top-down*, clave en la ejecución de una tarea de atención focalizada. Las oscilaciones α reflejan, por tanto, la prioridad de la información, inhibiendo las zonas con tareas irrelevantes en ese momento. Basado en las evidencias del aumento del ritmo α , un estudio propone que la modulación de α podría usarse como un índice para medir la metacognición [34] y el progreso en la práctica de la meditación, ya que los meditadores

principiantes presentan un aumento de las ondas α que se desvanece a los pocos minutos del inicio de la sesión [35].

Regulación de las emociones: amígdala y red frontolímbica

La regulación de las emociones supone la generación de estrategias que influyen en cómo y cuándo emergen las emociones, su duración y vivencia. Los beneficios de *mindfulness* sobre la regulación de las emociones se han sido estudiado ampliamente, y se pueden resumir en cuatro puntos: a) mayor recuperación del estado basal después de un estímulo desagradable [16]; b) mejora en la expresión de las emociones [36]; c) mejora del estado de ánimo [37], y d) mejora de la creatividad [38]. Una de las sentencias más repetidas en la práctica de la meditación es atender al momento presente sin juzgar, cuya base neuronal podría ser el reforzamiento de los mecanismos de control de la corteza frontal y el aumento de la red frontolímbica [39]. La red frontolímbica es la que conecta la corteza frontal con los sistemas emocionales (límbicos) del cerebro, donde destaca la amígdala, un área de especial relevancia en el contenido emocional de las memorias y que suele presentar mayor actividad en personas con ansiedad, estados de miedo o autodefensa. Dicha red supone un mecanismo de control consciente sobre las emociones, que por su neuroanatomía tienden a ejercer una fuerte modulación sobre las estructuras superiores. La red frontolímbica es más fuerte en meditadores expertos, lo que correlaciona con medidas de bienestar y disminución de la actividad de la amígdala [40]. Un estudio realizado en la Universidad de Múnich demostró que, en meditadores, la conexión entre la amígdala y la corteza prefrontal pasa de estar negativamente correlacionada (típico de personas con poca regulación emocional) a estar positivamente correlacionada (mayor conexión, más regulación emocional). Este cambio de la red frontolímbica está relacionado con una mejoría de los síntomas psicológicos [41]. Otro de los mecanismos por el cual se optimiza la red frontolímbica es mediante la disminución de la actividad de la amígdala. Un estudio comparativo de programas basados en *mindfulness* frente a los basados en compasión mostró que la amígdala disminuye su respuesta ante estímulos emocionales en ambos programas, y es significativo el cambio que produce un programa de *mindfulness* [42]. La respuesta de la amígdala ante estímulos de carácter desagradable que involucran a la persona es más

moderada después de haber realizado dichos programas [43].

Problemas de la investigación en *mindfulness*

Muchos de los estudios que hemos citado anteriormente emplean diseños transversales en los que analizan los cambios diferenciales, en actividad o estructura, de los sujetos experimentados en meditación con respecto de sujetos controles. Tales estudios tienen un problema básico. No se puede asegurar que tales efectos diferenciales se deban a la práctica de la meditación. Los expertos meditadores suelen haber desarrollado su práctica en un entorno marcado por la tradición budista fuertemente marcada por la filosofía, las interacciones sociales dentro de la tradición, un sistema ético y moral definido, además de una estructura cosmogónica. Por ello, resulta importante diseñar estudios longitudinales, aislando prácticas, para poder estudiar los mecanismos neuronales asociados, o bien utilizar muestras heterogéneas en estudios transversales, controlando el tiempo de práctica y el contexto en el que ha desarrollado la práctica de meditación. Por añadidura, el origen precientífico de las prácticas de *mindfulness*, además, añade otros dos problemas básicos: el problema de la descontextualización y el problema de la demarcación.

El problema de la descontextualización

Señalando el problema de la descontextualización, algunos autores y académicos budistas critican el aislamiento del *mindfulness* de la tradición budista. Según estos autores, *mindfulness* no sería efectivo sin los demás elementos del óctuple camino budista [44], ya que estarían desprovistos de un contexto ético [45] en el que los practicantes puedan desarrollar una conducta adecuada (*sammā sila*). La ética, según estos autores, es una condición necesaria para desarrollar un 'adecuado *mindfulness*' (*sammā sati*).

Hay dos argumentos que desarticulan el posible problema de la descontextualización. En primer lugar, no se podría evaluar la efectividad de una intervención si no se fija un objetivo medible y se analiza la contribución causal de la intervención. Sostenemos que los objetivos de los programas basados en *mindfulness* son diferentes a los objetivos tradicionales del budismo y, por ello, no es necesario tener en cuenta todos los elementos del budismo para estudiar *mindfulness*. Podría ser interesante, no obstante, el estudio comparado de las tradiciones orien-

tales para incorporar y evaluar nuevos conceptos que nos puedan hacer entender mejor los mecanismos del bienestar y el malestar psicológicos. Algunos investigadores han hecho el esfuerzo de fijar un criterio epistemológico para el estudio del *mindfulness* en el contexto de la investigación en neurociencia cognitiva [46], aislando prácticas y realizando diseños experimentales que permitan estudiar sus mecanismos. Los programas basados en *mindfulness* que cuentan con más recorrido empírico, que son los programas basados en el *mindfulness* para la reducción del estrés y la terapia cognitiva basada en el *mindfulness*, tienen como objetivo reducir el estrés psicológico o prevenir el riesgo de recaídas en pacientes con depresión. Estos objetivos distan, por su diferente naturaleza, del objetivo budista, eminentemente soteriológico. En segundo lugar, siguiendo a Kabat-Zinn [47], señalamos que los programas basados en el *mindfulness* en el entorno clínico y educativo tienen una ética implícita y cada profesión sanitaria está enmarcada dentro de una ética profesional. La ética implícita no expone sus fundamentos, sino que se espera informalmente que todos los participantes se adapten a un código que se ejemplifica mediante el comportamiento del profesor o profesional sanitario que imparta la intervención. Se han encontrado evidencias de cómo los programas basados en *mindfulness* ‘descontextualizados’ de la tradición budista incrementan el razonamiento moral [48] o la toma de decisiones éticas en estudiantes de una escuela de negocios [49], lo que apoya el argumento de Kabat-Zinn [47]. Lo que nos parece interesante es investigar el efecto mediador de la ética y su formulación, implícita o explícita.

El objetivo central del budismo es la extinción del sufrimiento (*nibbāna*) [50], pero tal estado es no falseable mediante el método empírico. Se trata de una aspiración soteriológica [51]. Huelga decir que, si el objetivo no es falseable, las prácticas y los modelos psicológicos no pueden ser validados adecuadamente, pues no pueden ser confrontados a la evidencia. Los sistemas soteriológicos suelen ser, por lo tanto, sistemas religiosos en los que la validación se efectúa mediante la evaluación por parte de una figura jerárquica que orienta a los neófitos según unos criterios difícilmente objetivables y reproducibles. Tal podría ser el caso del budismo, si se considera un sistema soteriológico tal y como se asume normalmente [52].

El problema de la demarcación

Hemos puesto de manifiesto que, aunque los programas basados en *mindfulness* toman prácticas y

conceptos de la tradición budista y del yoga, el nuevo sistema generado difiere sustancialmente de las tradiciones, pues tiene un objetivo falseable o medible, se enmarca dentro un desarrollo ético contemporáneo con aspectos teóricos y prácticos diferenciales y, además, elabora modelos psicológicos con grandes diferencias con respecto de las tradiciones orientales. Con esto no queremos decir que no haya que llevar a cabo un estudio más exhaustivo de las tradiciones orientales o una ‘discusión crítica del mito’, en palabras de Popper [53], pero defendemos, como idea esencial en el hacer científico, fijar criterios de demarcación para asegurar la verosimilitud de las conclusiones en los programas de investigación en *mindfulness*. Para concretar algunos criterios de demarcación que nos permitan desarrollar una neurociencia del *mindfulness* con más poder explicativo, necesitaríamos fijar al menos los siguientes:

- No tomar principios no falseables como partes fundamentales de las teorías que nos ayuden a entender los resultados empíricos [54].
- Desarrollar teorías que puedan hacer fuertes predicciones falseables para guiar futuros trabajos experimentales [55].
- Analizar las intervenciones basadas en *mindfulness* en sus partes consecutivas y partiendo de constructos ya estudiados en neurociencia, siempre que sea posible.

Discusión y conclusión

La neurociencia de la meditación es una disciplina relativamente joven en el campo de la neurociencia cognitiva y efectiva. Su objetivo principal es el estudio de los mecanismos neuronales de la regulación voluntaria de la atención y el cultivo de actitudes relativas a los contenidos. Hemos visto que la práctica de *mindfulness*, que conlleva un entrenamiento hacia la observación del propio estado, supone cambios neuronales a los pocos días de comenzar el hábito [30], que empiezan a solidificarse a las pocas semanas y llegan a producir cambios en la arquitectura funcional y anatómica del cerebro [31]. El control consciente de la atención supone un fortalecimiento de la corteza prefrontal dorsolateral que favorece no sólo al proceso cognitivo de la atención, sino a las tareas en las que está involucrada esta área cerebral. Destacan, entre las funciones de la corteza prefrontal dorsolateral, la planificación motora, la integración de la información somatosensorial y la gestión de las funciones ejecutivas, como el comportamiento o las habilidades intelectuales.

Los beneficios neuronales de la práctica de *mindfulness* se harían extensos a las lesiones o alteraciones neurodegenerativas que cursan con un deterioro de dicha zona. En las primeras etapas de la enfermedad de Alzheimer se observa un enlentecimiento de la zona frontal, tanto dorsolateral como orbitofrontal, que correlaciona con la baja puntuación en cuestionarios psicométricos de cognición (por ejemplo, la fluencia verbal, la capacidad de memoria y el control sobre las interferencias). Estudios longitudinales de los beneficios de la práctica de *mindfulness* para la prevención o ralentización de la progresión de demencia podrían aportar evidencia a lo que hasta ahora es una inferencia prometedora. Algunos estudios muestran ya que la práctica de *mindfulness* reduce el estrés en personas con demencia y ralentiza la atrofia cerebral producida por el envejecimiento sano. Este factor es clave debido a la evidencia de que el estrés está correlacionado con los niveles de inflamación [56]. Por otra parte, el fortalecimiento de la corteza prefrontal supone una mayor comunicación en los mecanismos de regulación emocional *top-down*, concretamente en los centrados en la red frontolímbica. Además de la reducción observada en el grosor del núcleo amigdalino, el fortalecimiento de la red frontolímbica es otro de los mecanismos de acción emocional de la práctica de *mindfulness*. Son numerosos los estudios que muestran que la actitud del *mindfulness* supone una mejora en la regulación emocional [16]. Estas evidencias científicas apoyan la práctica del *mindfulness* para mantener un nivel de salud mental y bienestar, y suponen un apoyo a la implementación de programas en contextos laborales y educativos [57].

Bibliografía

- Kabat-Zinn J. Some reflections on the origins of MBSR, skillful means, and the trouble with maps. *Contemporary Buddhism* 2011; 12: 281-306.
- Kabat-Zinn J. *Wherever you go, there you are: mindfulness meditation in everyday life*. New York: Hachette Books; 1994.
- Kabat-Zinn J. An outpatient program in behavioral medicine for chronic pain patients based on the practice of mindfulness meditation: theoretical considerations and preliminary results. *General Hospital Psychiatry* 1982; 4: 33-47.
- Desbordes G, Gard T, Hoge EA, Hölzel BK, Kerr C, Lazar SW, et al. Moving beyond mindfulness: defining equanimity as an outcome measure in meditation and contemplative research. *Mindfulness* 2015; 6: 356-72.
- Dahl CJ, Lutz A, Davidson RJ. Reconstructing and deconstructing the self: cognitive mechanisms in meditation practice. *Trends Cogn Sci* 2015; 19: 515-23.
- Cullen M. Mindfulness-based interventions: an emerging phenomenon. *Mindfulness* 2011; 2: 186-93.
- Baer R. Assessment of mindfulness by self-report. *Curr Opin Psychol* 2019; 28: 42-8.
- Shapiro SL, Carlson LE, Astin JA, Freedman B. Mechanisms of mindfulness. *J Clin Psychol* 2006; 62: 373-86.
- Anālayo B. *Satipaṭṭhāna: the direct path to realization*. Cambridge: Windhorse Publ; 2010.
- Bishop SR, Lau M, Shapiro S, Carlson L, Anderson ND, Carmody J, et al. Mindfulness: a proposed operational definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*. 2006; 11: 230-41.
- Bodhi B. What does mindfulness really mean? A canonical perspective. *Contemporary Buddhism* 2011; 12: 19-39.
- Brown KW, Ryan RM. The benefits of being present: mindfulness and its role in psychological well-being. *J Pers Soc Psychol* 2003; 84: 822-48.
- Grabovac AD, Lau MA, Willett BR. Mechanisms of mindfulness: a Buddhist psychological model. *Mindfulness* 2011; 2: 154-66.
- Malinowski P. Neural mechanisms of attentional control in mindfulness meditation. *Front Neurosci* 2013; PMID: 23382709.
- Vago DR, Silbersweig DA. Self-awareness, self-regulation, and self-transcendence (S-ART): a framework for understanding the neurobiological mechanisms of mindfulness. *Front Hum Neurosci* 2012; 6: 296.
- Hölzel BK, Lazar SW, Gard T, Schuman-Olivier Z, Vago DR, Ott U. How does mindfulness meditation work? Proposing mechanisms of action from a conceptual and neural perspective. *Perspect Psychol Sci* 2011; 6: 537-59.
- Roca P, Díez GG, Castellanos N, Vazquez C. Does mindfulness change the mind? A novel psychoneuroscience perspective based on network analysis. *PLoS One* 2019; 14: e0219793.
- Raichle ME, MacLeod AM, Snyder AZ, Powers WJ, Gusnard DA, Shulman GL. A default mode of brain function. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2001; 98: 676-82.
- Alderson-Day B, Weis S, McCarthy-Jones S, Moseley P, Smailes D, Fernyhough C. The brain's conversation with itself: neural substrates of dialogic inner speech. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2016; 11: 110-20.
- Morin A, Hamper B. Self-reflection and the inner voice: activation of the left inferior frontal gyrus during perceptual and conceptual self-referential thinking. *Open Neuroimaging J* 2012; 6: 78-89.
- Killingsworth MA, Gilbert DT. A wandering mind is an unhappy mind. *Science* 2010; 330: 932.
- Brewer JA, Worhunsky PD, Gray JR, Tang YY, Weber J, Kober H. Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2011; 108: 20254-9.
- Panda R, Bharath RD, Upadhyay N, Mangalore S, Chennu S, Rao SL. Temporal dynamics of the default mode network characterize meditation-induced alterations in consciousness. *Front Hum Neurosci* 2016; 10: 372.
- Hasenkamp W, Barsalou LW. Effects of meditation experience on functional connectivity of distributed brain networks. *Front Hum Neurosci* 2012; 6: 38.
- Greenwald JD, Shafritz KM. An integrative neuroscience framework for the treatment of chronic pain: from cellular alterations to behavior. *Front Integr Neurosci* 2018; 12: 18.
- Hasenkamp W, Wilson-Mendenhall CD, Duncan E, Barsalou LW. Mind wandering and attention during focused meditation: a fine-grained temporal analysis of fluctuating cognitive states. *Neuroimage* 2012; 59: 750-60.
- Yates J, Immergut M, Graves J. *The mind illuminated: a complete meditation guide integrating Buddhist wisdom and brain science for greater mindfulness*. New York: Simon & Schuster; 2017.
- Tang YY, Yang L, Leve LD, Harold GT. Improving executive function and its neurobiological mechanisms through a mindfulness-based intervention: advances within the field of developmental neuroscience. *Child Dev Perspect* 2012; 6: 361-6.
- Tang YY, Ma Y, Fan Y, Feng H, Wang J, Feng S, et al. Central and autonomic nervous system interaction is altered by

- short-term meditation. *Proc Natl Acad Sciences U S A* 2009; 106: 8865-70.
30. Tang YY, Lu Q, Geng X, Stein EA, Yang Y, Posner MI. Short-term meditation induces white matter changes in the anterior cingulate. *Proc Natl Acad Sciences U S A* 2010; 107: 15649-52.
 31. Lazar SW, Kerr CE, Wasserman RH, Gray JR, Greve DN, Treadway MT, et al. Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport* 2005; 16: 1893-7.
 32. Kasamatsu A, Hirai T. An electroencephalographic study on the zen meditation (Zazen). *Folia Psychiatr Neurol Jpn* 1966; 20: 315-36.
 33. Jensen O, Mazaheri A. Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: gating by inhibition. *Front Hum Neurosci* 2010; 4: 186.
 34. Whitmarsh S, Barendregt H, Schoffelen JM, Jensen O. Metacognitive awareness of covert somatosensory attention corresponds to contralateral alpha power. *Neuroimage* 2014; 85: 803-9.
 35. Etevenon P, Henrotte JG, Verdeaux G. [Methodologic approach to voluntarily modified states of consciousness]. *Revue D'electroencephalographie et de Neurophysiologie Clinique* 1973; 3: 232-7.
 36. Robins CJ, Keng SL, Ekblad AG, Brantley JG. Effects of mindfulness-based stress reduction on emotional experience and expression: a randomized controlled trial. *J Clin Psychol* 2012; 68: 117-31.
 37. Jain S, Shapiro SL, Swanick S, Roesch SC, Mills PJ, Bell I, et al. A randomized controlled trial of mindfulness meditation versus relaxation training: effects on distress, positive states of mind, rumination, and distraction. *Ann Behav Med* 2007; 33: 11-21.
 38. Ding X, Tang YY, Tang R, Posner MI. Improving creativity performance by short-term meditation. *Behav Brain Funct* 2014; 10: 9.
 39. Teper R, Segal ZV, Inzlicht M. Inside the mindful mind: how mindfulness enhances emotion regulation through improvements in executive control. *Current Directions in Psychological Science* 2013; 22: 449-54.
 40. Goldin PR, Gross JJ. Effects of mindfulness-based stress reduction (MBSR) on emotion regulation in social anxiety disorder. *Emotion* 2010; 10: 83-91.
 41. Hölzel BK, Hoge EA, Greve DN, Gard T, Creswell JD, Brown KW, et al. Neural mechanisms of symptom improvements in generalized anxiety disorder following mindfulness training. *Neuroimage* 2013; 2: 448-58.
 42. Desbordes G, Negi LT, Pace TWW, Wallace BA, Raison CL, Schwartz EL. Effects of mindful-attention and compassion meditation training on amygdala response to emotional stimuli in an ordinary, non-meditative state. *Front Hum Neurosci* 2012; 6: 292.
 43. Lutz J, Herwig U, Opialla S, Hittmeyer A, Jäncke L, Rufer M, et al. Mindfulness and emotion regulation—an fMRI study. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2014; 9: 776-85.
 44. Purser R, Loy D. Beyond McMindfulness. 2013. URL: https://www.huffpost.com/entry/beyond-mcmindfulness_b_3519289. Fecha última consulta: 12.12.2020.
 45. Monteiro LM, Musten R, Compson J. Traditional and contemporary mindfulness: finding the middle path in the tangle of concerns. *Mindfulness* 2015; 6: 1-13.
 46. Brandmeyer T, Delorme A, Wahbeh H. The neuroscience of meditation: classification, phenomenology, correlates, and mechanisms. *Progr Brain Res* 2019; 244: 1-29.
 47. Kabat-Zinn J. Some reflections on the origins of MBSR, skillful means, and the trouble with maps. *Contemporary Buddhism* 2011; 12: 281-306.
 48. Shapiro SL, Jazaieri H, Goldin PR. Mindfulness-based stress reduction effects on moral reasoning and decision making. *The Journal of Positive Psychology* 2012; 7: 504-15.
 49. Pandey A, Chandwani R, Navare A. How can mindfulness enhance moral reasoning? An examination using business school students. *Business Ethics* 2018; 27: 56-71.
 50. Anālayo B. The qualities pertinent to awakening: bringing mindfulness home. *Mindfulness* 2020. <https://doi.org/10.1007/s12671-020-01398-3>.
 51. Anālayo B. The four levels of awakening. *Mindfulness* 2021; 12: 831-40.
 52. Purser RE, Milillo J. Mindfulness revisited: a Buddhist-based conceptualization. *Journal of Management Inquiry* 2015; 24: 3-24.
 53. Popper KR. *Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge*. London, New York: Routledge; 2002.
 54. Popper KR. *The logic of scientific discovery*. London: Routledge; 2008.
 55. Gamez D. From Baconian to Popperian neuroscience. *Neural Syst Circuits* 2012; 2: 2.
 56. De la Rubia Ortí JE, Sancho Castillo S, Benlloch M, Julián Rochina M, Corchón Arreche S, García-Pardo MP. Impact of the relationship of stress and the immune system in the appearance of Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis* 2016; 55: 899-903.
 57. Perry-Parrish C, Copeland-Linder N, Webb L, Sibinga EM. Mindfulness-based approaches for children and youth. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2016; 46: 172-8.

Investigación de *mindfulness* en neurociencia cognitiva

Abstract. Mindfulness is a term that has become part of our society's vocabulary and its practice has become firmly established in educational, therapeutic and clinical contexts and as a tool for fostering well-being and personal growth. In this article we review the most relevant research conducted on mindfulness in cognitive neuroscience, classifying it in three broad areas: a) differential changes in default network activity due to the practice of mindfulness; b) functional or structural changes in the attentional network, and c) functional or structural changes in the frontal limbic network and the amygdala, related to emotion regulation. There is enough evidence in the literature to affirm the effect of mindfulness practice on the brain, but we still need to produce better experimental designs that allow us to find the mechanisms of action underlying specific practices.

Key words. Attention. Cognitive neuroscience. Emotion. Mindfulness. Stress. Well-being.