



*FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS "MAT.  
LUIS MANUEL RIVERA GUTIÉRREZ"*

---

Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo

**“Evaluación del efecto agudo de la  
meditación sobre la atención y la  
actividad autonómica.”**

Tesis que presenta

**Iris Paulina Gallardo Orozco**

para obtener el grado de

**Licenciada en ciencias Físico Matemáticas**

Asesor

**Maestro en Ciencias**

**Humberto Ruiz Vega**





Con amor y gratitud:

A la memoria de mi madre Eloisa (1940 - 2008)

A mis padres Patricia y Napoleon  
por su apoyo incondicional, cariño, y comprensión

A Francisco



# Agradecimientos

Primero y como mas importante, me gustaría agradecer sinceramente a mi asesor de tesis, el maestro Humberto Ruiz Vega, su esfuerzo, dedicación, sus conocimientos, su orientación, su manera de trabajar, su persistencia y su motivación han sido fundamentales para mi. Finalmente muchas gracias por su amistad, la valoro mucho.

A mis sinodales los Drs. Jose Gerardo Tinoco Guerrero, Francisco Javier Dominguez-Mota, Hector Tejeda Villela y Dra. Karina Figueroa Mora, por sus preguntas, correcciones, sugerencias y por el tiempo que le dedicaron a revisar mi trabajo de tesis.

Con especial agradecimiento para a la Sede Morelia de Casa Tíbet México, por permitir el uso de sus instalaciones y la difusión de la convocatoria de participación en el estudio.

Agradezco a mis padres que siempre han confiado en mi, han apoyado mis decisiones y me han ayudado a afrontar la vida con alegría, sin dejarme caer en el camino.

A Francisco por tomarse el tiempo de leer este trabajo y darme sus comentarios y porque ha logrado marcar una diferencia en mi forma de ver las cosas.

A mi mejor amiga Meztli Neyda Cruz Davila, a mis compañeros y amigos de dentro y fuera de la facultad.

Agradezco a mi familia. A mi abuelito Rafael y mi madre Eloisa, prim@s, ti@s, etc. por todo su apoyo.

# Resumen

La esperanza de vida de la población se ha incrementado, sin embargo mantener la salud física y mental sigue siendo un reto. Aunque las ciencias médicas han logrado avances espectaculares, desafortunadamente no han sido exitosos los esfuerzos para detener el deterioro cerebral al envejecer y los trastornos mentales asociados.

La meditación es una técnica de entrenamiento mental que ha demostrado su utilidad en el tratamiento de varias enfermedades. Uno de los mecanismos subyacentes para tal efecto es la disminución de la respuesta de estrés, caracterizada por un aumento de actividad simpática y una disminución de actividad parasimpática que contribuyen a deteriorar la estructura cerebral. Por otra parte, el tiempo de reacción ha demostrado ser un parámetro asociado con el buen funcionamiento cerebral.

En este trabajo se adecúan herramientas de software para evaluar tiempos de reacción y se analizan indicadores de variabilidad de la frecuencia cardiaca en un estudio clínico experimental, encontrando que la meditación es capaz de disminuir la actividad simpática, aumentar la actividad parasimpática y mejorar los tiempos de reacción. Estos resultados fundamentan el potencial de la meditación para el tratamiento de diversas enfermedades, particularmente las asociadas con el envejecimiento cerebral.

Palabras clave: Meditación, reacción, estrés, software, variabilidad.

# Abstract

Despite life expectancy of the population has increased, maintaining physical and mental health is still a challenge. Although medical science has made spectacular progress, its efforts, unfortunately, have not been successful to stop the brain damage associated with aging and mental disorders.

Meditation is a mental training technique that it has proven its usefulness by providing treatment to several diseases. One of the underlying mechanisms of this technique is the reduction of the stress response, this process increases sympathetic activity and decreases parasympathetic activity -which leads to damage brain structure. Moreover, the time reaction has proved it to be a parameter linked to a correct brain function.

In this thesis software tools are applied to evaluate reaction times and to analyze signals of heart rate variability in a clinic experimental test. It has been found that meditation is able to reduce the sympathetic activity, increase parasympathetic activity and improves times reaction. These results support the capability of meditation for the treatment of several diseases, particularly those associated with brain aging.

Keywords: Meditation, reaction, stress, software, variability.

# Contenido

Agradecimientos .....	i
Resumen .....	ii
Abstract .....	iii
Introducción .....	7
CAPÍTULO 1	
CONCEPTOS BÁSICOS .....	11
1.1 Sistema nervioso .....	11
1.2 Sistema nervioso autónomo .....	12
1.2.1 Sistema simpático .....	14
1.2.2 Sistema parasimpático .....	14
1.3 Actividad autonómica y variabilidad de la frecuencia cardiaca ..	15
1.4 Respuesta de estrés .....	20
1.4.1 El estrés y el sistema nervioso .....	23
1.5 Tiempo de reacción .....	24
1.5.1 El tiempo de reacción simple (TRS) .....	25
1.5.2 El tiempo de reacción complejo (TRC) .....	26
1.6 Prueba de Stroop .....	27
1.7 Cubo de Necker .....	31
CAPÍTULO 2	
MEDITACIÓN .....	33
2.1 Meditación .....	33
2.2 Meditación y cerebro.....	34
2.3 Meditación y salud .....	36

## CAPÍTULO 3

DESARROLLO .....	40
3.1 Justificación .....	40
3.2 Objetivo .....	40
3.3 Hipótesis .....	40
3.4 Material y métodos .....	41
3.4.1 Participantes .....	41
3.4.2 Consideraciones éticas .....	41
3.4.3 Equipo .....	41
3.4.4 Instalaciones .....	42
3.4.5 Procedimiento .....	43
3.4.6 Descripción de pruebas .....	44
3.4.7 Herramientas de Software (Affect 4.0 y Autoit V3) ....	45

## CAPÍTULO 4

RESULTADOS .....	56
4.1 Introducción .....	56
4.2 Tiempo de reacción simple .....	57
4.2.1 Edad y tiempo de reacción simple .....	58
4.3 Prueba de Stroop .....	60
4.3.1 Edad y tiempo de reacción en la prueba de Stroop .....	62
4.4 Cubo de Necker .....	64
4.5 Variabilidad de la frecuencia cardiaca .....	65

## CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	68
5.1 Tiempo de reacción simple .....	68
5.2 Tiempo de reacción en la prueba de Stroop .....	69
5.3 Cubo de Necker .....	71

5.4	Variabilidad de la frecuencia cardiaca .....	71
5.5	Resumen de conclusiones generales .....	73
Anexo 1	.....	74
Referencias	.....	76

# Introducción

La esperanza de vida de la población se ha incrementado debido a espectaculares avances de las ciencias médicas, así como a una mayor asistencia sanitaria en los programas de salud pública, este hecho representa grandes desafíos para lograr que los años ganados transcurran con una buena calidad de vida. Uno de los grandes retos es afrontar el envejecimiento natural del cerebro humano, que comienza su deterioro después de las primeras dos décadas de vida o antes en algunas estructuras y que se continúa degradando aún más al aumentar la edad, provocando enfermedades físicas y psicológicas tan devastadoras como la enfermedad de Alzheimer.

Con una población que envejece, la incidencia de deterioro cognitivo ha aumentado considerablemente en las últimas décadas. Muchas investigaciones se han centrado en la identificación de factores de riesgo, pero se le ha dado relativamente poca atención a los enfoques positivos encaminados a mejorar la salud cerebral.

Así, las técnicas que disminuyan el impacto negativo del envejecimiento en el cerebro son deseables. La investigación existente, aunque aún escasa hasta ahora, sugiere que la meditación es una técnica que representa una opción en la búsqueda de un enfoque positivo, ya que hay una amplia evidencia de sus efectos benéficos a nivel fisiológico y sobre una amplia serie de dominios cognitivos, como la atención, velocidad de procesamiento, flexibilidad cognitiva general, monitoreo de conflictos y creatividad, entre otros.

Cabe preguntarnos ahora ¿que relación podrían tener las ciencias físicas y matemáticas con este problema?

Los licenciados en Ciencias Físico-Matemáticas, además de su importante papel en el ámbito de la educación, la energía, la biofísica, computación, etc. Se encuentran capacitados para coadyuvar en el desarrollo de investigación básica y aplicada, desarrollar tecnología, participar en la solución de problemas interdisciplinarios (como es el caso del presente trabajo) de carácter local, regional, nacional o internacional, entre otras muchas actividades. Las ciencias físicas y matemáticas han transformado al mundo y son unas de las actividades humanas que han propiciado la construcción de la infraestructura en la cual se sustenta buena parte del bienestar de la población.

Durante su formación, el Físico Matemático adquiere una forma rigurosa de pensamiento, en cuanto a la interpretación de los eventos físicos, así como una serie de metodologías y herramientas de análisis que lo habilitan para abordar la descripción de los fenómenos naturales. En el presente trabajo se investiga el efecto de la meditación sobre algunos parámetros psico-fisiológicos, como son la actividad del sistema nervioso autónomo, tiempos de reacción simple, complejo y en pruebas de Stroop, así como frecuencia de cambio de orientación aparente en el cubo de Necker. Este trabajo esta estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presentan conceptos básicos relacionados con el sistema nervioso autónomo, la respuesta de estrés y la evaluación de su actividad (simpática y parasimpática) mediante el procesamiento de señales electrocardiográficas. También se describen los diferentes tiempos de reacción (simples, complejos, en pruebas de Stroop y cubo de Necker) y los mecanismos cerebrales involucrados.

El capítulo 2 aborda el tema de meditación, así como una revisión bibliográfica en la literatura científica de los efectos de su práctica tanto en el cerebro como en la salud del participante. La capacidad de discernir entre evidencias anecdóticas y aquellas sustentadas por análisis rigurosos (generalmente estadísticos en el área de las ciencias médicas y sociales) es lo que ha permitido el avance de la ciencia y en particular sobre este tema.

En el capítulo 3 se describe el protocolo experimental (justificación, objetivo, hipótesis, material y métodos) implementado para el desarrollo del presente proyecto. También se aborda el uso y aplicación de los programas de cómputo que permitieron realizar las pruebas de tiempos de reacción.

Los resultados se presentan en el capítulo 4 y en el capítulo 5 se concluye con la discusión de dichos resultados y un resumen de las conclusiones generales del trabajo.

La preparación recibida a nivel licenciatura, en casi cualquier área del conocimiento, capacita a los egresados para aplicar lo aprendido e incorporarse a equipos de trabajo que realicen investigación en áreas afines. De tal manera que el egresado de licenciatura también podrá contribuir con resultados en el ámbito de investigación y prepararse así para su incorporación a estudios de posgrado.

Como podrá apreciarse, la aplicación de lo aprendido durante la licenciatura en ciencias físico matemáticas se ve plasmada en la aplicación de las herramientas de software descritas en el capítulo 3, así como en la capacidad de comprensión de las técnicas utilizadas para evaluar la actividad del sistema nervioso autónomo (análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca) y en el manejo estadístico de los resultados para su interpretación.

Con el desarrollo de esta tesis esperamos fomentar la participación del egresado de la licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas en el desarrollo de programas interdisciplinarios que involucren áreas diversas, como de la salud, sociales, educativas, etc. de igual forma, esperamos aportar resultados en las áreas de la salud como psicología, psiquiatría, neurología, cardiología, fisiología, etc.

# **CAPÍTULO 1**

## **Conceptos Básicos**

### **1.1. Sistema Nervioso**

El sistema nervioso es el conjunto de elementos anatómicos encargados de regir el funcionamiento de los distintos órganos y sistemas del cuerpo humano. Su función primordial es la de captar y procesar rápidamente las señales fisiológicas, ejerciendo control y coordinación sobre los órganos para lograr una adecuada, oportuna y eficaz interacción con el medio ambiente cambiante [1].

Para su estudio, desde el punto de vista anatómico, el sistema nervioso se ha dividido en central y periférico. El Sistema Nervios Central (SNC) o cerebrospinal se pone en relación con los órganos que inerva por medio de cordones nerviosos, parte de los cuales se desprenden del encéfalo y constituyen los nervios craneales, en tanto que los otros emanan de la médula y forman los nervios raquídeos. Estos cordones nerviosos, o nervios, constituyen el Sistema Nervioso Periférico. En el SNC se integra y relaciona la información sensitiva (aférente), se generan los pensamientos y las emociones. Además se forma y almacena la memoria, entre otras funciones [2].

## 1.2. Sistema Nervioso Autónomo

Para profundizar en el conocimiento del sistema nervioso, desde un punto de vista funcional, este se divide en somático y autónomo [3].

El sistema somático se encuentra asociado, en general, con las actividades voluntarias mientras que el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) o vegetativo regula la actividad funcional de los órganos internos y actúa con cierta independencia del sistema nervioso cerebrospinal que sirve para ponernos en comunicación con el mundo exterior. Su misión consiste en regir los procesos metabólicos, secretores y las contracciones de los órganos dotados de musculatura de fibras lisas. En una palabra, regula todos aquellos procesos que se verifican con independencia de la voluntad.

El sistema nervioso autónomo, al contrario del sistema nervioso somático y central, es involuntario y responde principalmente por impulsos nerviosos en la médula espinal, tallo cerebral e hipotálamo. También, algunas porciones de la corteza cerebral como la corteza límbica pueden transmitir impulsos a los centros inferiores y así, influir en el control autónomo [4].

Los nervios autónomos están formados por todas las fibras eferentes que abandonan el sistema nervioso central, excepto aquellas que inervan el músculo esquelético. Existen fibras autonómicas aferentes, que transmiten información desde la periferia al sistema nervioso central, encargándose de transmitir la sensación visceral y la regulación de reflejos vasomotores y respiratorios, por ejemplo los barorreceptores y quimiorreceptores del seno carotídeo y arco aórtico que son muy importantes en el control del ritmo cardíaco, presión sanguínea y movimientos respiratorios. Estas fibras aferentes son transportadas al sistema nervioso central por nervios autonómicos principales como el neumogástrico, nervios espláncnicos o nervios pélvicos.

El SNA es la parte del sistema nervioso que controla gran diversidad de funciones viscerales del organismo y su función es la de mantener la compleja homeostasia del organismo en respuesta tanto a las alteraciones del medio interno como a los estímulos exteriores, llega virtualmente a todas las partes del organismo, afectando directa o indirectamente a todos los órganos y sistemas. El SNA forma el soporte visceral para el comportamiento somático ajustando el organismo anticipadamente para responder al estrés y su actividad. Como ya se mencionó, ocurre de forma independiente de la voluntad. Tiene un control parcial sobre la tensión arterial, la motilidad y secreciones gastrointestinales, el vaciamiento de la vejiga urinaria, la sudoración, la temperatura corporal, la regulación del músculo cardíaco, del músculo liso y muchas otras funciones viscerales del organismo.

Una de las características más llamativas del SNA es la rapidez y la intensidad con la que puede cambiar las funciones viscerales. Por ejemplo, puede duplicar la frecuencia cardíaca en un tiempo de 3 a 5 segundos y cambiar la tensión arterial en 10 o 15 segundos [5].

Las investigaciones fisiológicas y farmacológicas han permitido distinguir en el territorio del sistema nervioso vegetativo dos grupos de fibras: uno ha recibido el nombre de sistema simpático, mientras el otro se denomina sistema parasimpático, y sus fibras proceden de centros parasimpáticos colocados en el espesor del sistema nervioso cerebrospinal. Aunque las fibras simpáticas derivan de los ganglios simpáticos, éstos se anastomosan con los nervios de la vida de relación y con la médula espinal por medio de ramos comunicantes, por lo que también el gran simpático se halla ligado al sistema nervioso central [6].

### **1.2.1. Sistema simpático**

Usa adrenalina y noradrenalina como neurotransmisores que actúan sobre los órganos blanco, por lo que también es llamado sistema adrenérgico o noradrenérgico. Lo constituyen una cadena de ganglios paravertebrales situados a ambos lados de la columna vertebral que forman el llamado tronco simpático, así como unos ganglios prevertebrales o preaórticos adosados a la cara anterior de la aorta (ganglios celíacos, aórtico-renales, mesentérico superior y mesentérico inferior). Está implicado en actividades que requieren gasto de energía; al preparar al cuerpo para reaccionar ante una situación de estrés: incrementa la frecuencia cardíaca y la presión arterial, dilata los bronquios y las pupilas, estimula la liberación de glucosa, etc. [7]

### **1.2.2. Sistema parasimpático**

Lo forman ganglios aislados y utiliza acetilcolina como neurotransmisor, por lo que es llamado también sistema colinérgico. Está encargado de propiciar estados fisiológicos de almacenamiento y conservación de energía, asociados a estados de relajación o recuperación después de situaciones de desgaste funcional. Sus efectos son antagónicos a los del sistema simpático: disminuye la frecuencia cardíaca y la presión arterial, contrae los bronquios, etc. [7]

### **1.3. Actividad Autónoma y Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca**

El sistema nervioso autónomo participa en el control del sistema cardiovascular, proporcionando nervios aferentes y eferentes al corazón, en forma de terminaciones simpáticas en el miocardio y terminaciones parasimpáticas al nodo sinusal, miocardio auricular y el nodo auriculoventricular [8, 9]. La influencia de la actividad autonómica en el corazón depende de la información de barorreceptores, quimiorreceptores, receptores atriales, receptores ventriculares, cambios en el sistema respiratorio, sistema vasomotor, sistema renina-angiotensina-aldosterona y sistema de termorregulación, entre otros.

El control neuronal está estrechamente relacionado con la frecuencia cardíaca (FC) y la actividad de los barorreceptores. Dependiendo de la información recibida, se estimulan o inhiben las ramas simpática y parasimpática, modificando la FC para adaptarse a las necesidades de cada momento. El incremento de la FC es consecuencia de una mayor actividad simpática y una disminución de la actividad parasimpática. Al fenómeno de cambio en la FC, latido a latido, se le conoce como variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). Este fenómeno es un indicador de la capacidad del corazón para responder a múltiples estímulos fisiológicos y ambientales, entre ellos, la respiración, el ejercicio físico, el estrés mental, el sueño, cambios hemodinámicos y metabólicos [9].

Con mayor precisión, la VFC se describe como la variación de los intervalos de tiempo entre latidos consecutivos del corazón (periodos). Estas variaciones se relacionan con las influencias del SNA en el nodo sinusal, siendo una medición no

invasiva que puede ser utilizada para identificar los fenómenos relacionados con la actividad del SNA [9, 10].

Para evaluar la VFC se utilizan indicadores, obtenidos al graficar la duración de cada periodo contra el tiempo transcurrido (tacograma). Existen dos tipos de métodos: el método lineal y el método no lineal. A su vez, el método lineal se divide en dos tipos de análisis: en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia [11].

El análisis en el dominio del tiempo se denomina de esa manera por referirse a resultados asociados con unidades de tiempo (segundos o milisegundos). Los periodos cardiacos normales (correspondientes a latidos sinusales) se miden durante un intervalo de tiempo determinado y posteriormente, sobre la base de métodos estadísticos o geométricos (media, desviación estándar e índices derivados de histograma o de las coordenadas cartesianas en el mapa de los intervalos RR), se calculan los índices de las fluctuaciones en los ciclos cardíacos. Algunos de los principales indicadores son:

- SDNN (Standard deviation of normal to normal RR intervals) es la desviación estándar de todos los intervalos RR normales registrados en un intervalo de tiempo, expresado en ms.

$$SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (RR(n) - \overline{RR})^2}{N-1}}$$

- NN50 (Successive normal to normal intervals differing more than 50 ms) es el número de intervalos RR que difieren de su adyacente en más de 50 ms.

- PNN50 (Percentage value of NN50 count) es el porcentaje de los NN50 encontrados.

- RMSSD (Root mean square of the successive differences) es la raíz cuadrada del promedio de la suma de las diferencias al cuadrado, entre intervalos R-R adyacentes [12].

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}$$

Por otro lado, en el análisis del dominio de la frecuencia el tacograma se somete a un procesamiento mediante algoritmos matemáticos, tales como transformada de Fourier o modelos autorregresivos, para encontrar sus componentes armónicas fundamentales y los principales indicadores que se obtienen son [13]:

- VLF (Very-low-frequency) es la potencia espectral en el rango de frecuencias entre 0.003 a 0.04 Hz.
- LF (Low-frequency) es la potencia espectral en el rango de frecuencias entre 0.04 y 0.15 Hz.
- HF (High-frequency) es la potencia espectral en el rango de frecuencias entre 0.15 y 0.4 Hz.
- POWER (Potencia total) es la varianza de todos los componentes de los intervalos RR inferiores a 0.4 Hz.

En consideración a que los valores absolutos de LF y HF dependen de magnitud de la frecuencia cardiaca, han sido de mayor utilidad los indicadores:

- LF/HF, la razón entre las bajas y altas frecuencias,
- LFn (LF normalizada), que se define como  $LF/(LF+HF)$ .
- HFn (HF normalizada), que se define como  $HF/(LF+HF)$ .

Los indicadores normalizados son aritméticamente complementarios ( $LFn + HFn = 1$ ), en consecuencia el análisis estadístico arroja los mismos resultados cuantitativos en ambos (iguales significancias). LFn y LF/HF siguen una correlación positiva, por lo que se interpretan de una manera similar, mientras que HFn simplemente muestra los cambios opuestos (cuando uno crece el otro disminuye y viceversa).

En cuanto a la asociación de estos indicadores con la actividad del SNA, de acuerdo con resultados de diversos estudios clínicos, los parámetros asociados con actividad parasimpática son NN50, pNN50, RMSSD, HF y HFn, mientras que LF, LF/HF y LFn han mostrado estar asociados con actividad simpática. Sin embargo, los valores absolutos de LF y HF dependen de la frecuencia cardiaca, ya que se ha observado que cuando aumenta la FC disminuye la VFC de manera general y disminuyen los valores absolutos de LF y HF, por lo que han resultado de mayor utilidad los indicadores LF/HF, LFn y HFn, cuando hay cambios notorios en la FC. El conteo NN50 depende evidentemente del tiempo de registro, por lo que pNN50 resulta ser un marcador más adecuado para fines comparativos.

Tanto SDNN como la Potencia Total representan la variabilidad total de la frecuencia cardiaca, sin distinguir entre actividad simpática o parasimpática sin embargo, dado que el sistema parasimpático es de más rápida respuesta, en mediciones cortas los cambios en estos indicadores generalmente se encuentran asociados con cambios en actividad parasimpática. De igual manera, se ha encontrado que una mayor VFC total es un signo de buena adaptación al

caracterizar a un individuo sano con mecanismos autonómicos eficientes. Por el contrario, una menor VFC es a menudo un indicador de una adaptación anormal e inadecuada del SNA, lo que puede indicar la presencia de un mal funcionamiento fisiológico del individuo y la necesidad de nuevas investigaciones con el fin de encontrar un diagnóstico específico [9, 11 -13].

No se ha encontrado asociación de VLF con actividad autonómica, además de ser una medida poco confiable en evaluaciones cortas. Por otra parte, es de recordar que el valor absoluto de la frecuencia cardíaca (no su variabilidad) fue uno de los primeros indicadores de actividad autonómica [8, 9].

Por lo tanto, los indicadores de VFC más adecuados para nuestro estudio, con evaluaciones de corta duración (5 minutos) y con cambios significativos en la FC serían:

- LFn y LF/HF para actividad simpática,
- pNN50 y RMSSD para actividad parasimpática, y
- SDNN y Potencia Total para actividad autonómica total.

Los indicadores de VFC se han utilizado para comprender la relación entre actividad autonómica y diversas enfermedades, tales como angina de pecho, enfermedad de la arteria coronaria, cardiomiopatía, hipertensión arterial, infarto al miocardio, muerte súbita, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia renal, insuficiencia cardíaca, diabetes, accidente cerebrovascular, enfermedad de Alzheimer, leucemia, obstrucción del sueño y epilepsia, entre otras. También se ha utilizado para optimizar resultados en el ejercicio (entrenamiento de resistencia) y en la evaluación de riesgos asociados con el envejecimiento, en los que la VFC se altera y el grado de alteración se correlaciona con la gravedad de la enfermedad o condición. El aumento de la

modulación parasimpática induce una estabilidad eléctrica del corazón, mientras que una mayor actividad simpática aumenta la vulnerabilidad del corazón a riesgos de eventos cardiovasculares. Existen factores que influyen en estos índices como la edad, género y el ejercicio en el control autonómico.

## **1.4. Respuesta al Estrés**

El estrés fue descrito por Selye como una respuesta no específica del cuerpo a cualquier demanda que se le imponga [14].

Esta respuesta consta de 3 etapas: la etapa de adaptación o reacción de alarma, la etapa de resistencia y la etapa de agotamiento y muerte [15]. En estas etapas se desarrolla una respuesta fisiológica que inicia a través de la estimulación de regiones cerebrales, inducida por un estímulo estresor que puede ser físico (traumatismos, infecciones, calor o frío intensos, entre otros) o psicológico (emociones fuertes, discordia marital, divorcio, duelo, aislamiento social, dificultades laborales, problemas económicos y situaciones de la vida cotidiana) [16, 17]. Los estresores físicos inician la respuesta por la parte proximal del tronco encefálico que se propaga a la eminencia media del hipotálamo. En tanto que los estresores psicológicos inician con la estimulación del sistema límbico, principalmente en la región de la amígdala y del hipocampo que transmite las señales a la región posteriomedia del hipotálamo [16]. El hipotálamo estimula las neuronas simpáticas mediante pulsos nerviosos (activación del sistema nervioso simpático e inhibición del sistema nervioso parasimpático), que a su vez estimula a las células cromafines de las medulas de las glándulas suprarrenales que secretan adrenalina y noradrenalina, con el objetivo de obtener la energía necesaria para una respuesta de lucha o huida, provocando cambios en el organismo como son aumento de la frecuencia

cardiaca y presión arterial, dilatación de las pupilas, inhiben la digestión y la motilidad gastrointestinal, inducen la liberación de más noradrenalina y adrenalina promoviendo la glucogenólisis hepática. Esto se produce en cuestión de segundos a partir de la percepción de un factor estresante [18]. La acumulación de noradrenalina y adrenalina provocan la activación del eje hipotalámico hipofisario adrenal (HHA) [19]. Las neuronas parvocelulares del núcleo paraventricular del hipotálamo, al ser estimuladas sintetizan y secretan la hormona liberadora de la corticotropina (CRH), que a través del sistema porta hipofisario estimula la adenohipofisis la cual sintetiza y secreta la hormona adrenocorticotropina (ACTH) y la vasopresina que actúan para apoyar la respuesta de lucha y huida. La hormona adrenocorticotropina, a través de la circulación sistémica estimula la corteza suprarrenal para aumentar la liberación de glucocorticoides principalmente cortisol [20]. Esta activación del eje HHA se observa aproximadamente 15-20 minutos después de la aparición de estrés [21]. En el sistema nervioso central, principalmente en las áreas del cuerpo estriado, núcleo accumbens e hipocampo, inicia un aumento de las concentraciones del aminoácido excitador glutamato. El glutamato en concentraciones elevadas puede causar daño a las neuronas por su neurotoxicidad [19].

El estrés, además de involucrar reacciones fisiológicas, involucra reacciones de percepción y cognición importantes en la interpretación general de los estímulos. Estas interpretaciones están basadas en predisposiciones de respuesta innatas y experiencias previas [22].

Se definen al estrés como una respuesta de un organismo a estímulos ambientales que amenaza su equilibrio interno (homeostasis). Tales estímulos son percibidos y evaluados por un sistema cognitivo/emocional que puede inducir una variedad de cambios neuroendocrinos, metabólicos y de comportamiento en un intento de maximizar la probabilidad de éxito de más de una demanda [23].

El estrés puede clasificarse en estrés agudo (de corta duración) o estrés crónico (repetitivo o que ocurre durante un periodo prolongado de tiempo). En condiciones de estrés crónico, el cuerpo permanece en un estado constante de sobre-marcha [24].

La respuesta de estrés está diseñada para optimizar la movilización de recursos para la obtención de energía, sin embargo, el estrés no controlado afecta a muchos de los sistemas que conforman un organismo, causando una disrupción de la homeostasis interna que generan una serie de cambios fisiológicos complejos.

La activación del sistema nervioso simpático y el eje HHA son procesos adaptativos a corto plazo, pero la activación repetida o prolongada puede tener efectos perjudiciales sobre la salud. La sobreproducción de catecolaminas y glucocorticoides (cortisol) pueden conducir a una desregulación del bucle de retroalimentación e influir en la capacidad del cortisol para inhibir la secreción de CRH y ACTH, fenómeno conocido como resistencia a glucocorticoides [25].

El estrés no controlado puede causar envejecimiento prematuro, desencadenar enfermedades cardíacas, digestivas, respiratorias, desarrollo de diabetes en especial del tipo 2, aterosclerosis, osteoporosis, osteoartritis, hipertensión, síndrome metabólico, obesidad, dermatitis, enfermedad de la arteria coronaria, isquemia ambulatoria, entre otras [26]. Diversas fuentes han estimado que hasta el 75% de todas las visitas a los consultorios están relacionadas con el estrés. Así mismo, se considera que el estrés juega un papel en la morbilidad y mortalidad de la enfermedad del VIH [27]. También se le ha relacionado con enfermedades de la tiroides [28]. El estrés suprime los niveles de hormonas metabólicas como la DHEA y el factor de crecimiento similar a la

insulina y puede aumentar los niveles insulina y grasa visceral. Induce la generación de especies reactivas de oxígeno, induce cambios en la regulación génica, afecta la formación de hueso, altera los ritmos circadianos y disminuye los niveles de dopamina y oxitocina [29].

### **1.4.1. El estrés y el sistema nervioso**

En el estrés crónico los glucocorticoides (GC) alteran la estructura y la función del hipocampo, provocando atrofia dendrítica de las neuronas piramidales de la corteza prefrontal medial con disminución de serotonina. La reducción de la longitud y la densidad de las espinas dendríticas comprometen la capacidad funcional de la corteza prefrontal (CPF), provocando un pensamiento desordenado. También se ha encontrado una relación entre el estrés crónico y la disminución en el volumen de las dendritas de la columna vertebral. Un estudio mostró que la potenciación a largo plazo en la vía hipocampo-CPF se interrumpe después del estrés crónico. Se ha encontrado una reducción del volumen de la CPF y del hipocampo en pacientes con trastornos relacionados con el estrés [30]. La corteza prefrontal medial y el hipocampo son predominantemente excitatorios, utilizando el neurotransmisor glutamato [22].

Durante el estrés agudo, los glucocorticoides aumentan los niveles extracelulares de glutamato en el hipocampo, amígdala y la CPF, mientras que en el estrés crónico se elevan de manera sostenida los niveles extracelulares de glutamato en el hipocampo [30].

Dentro de la corteza prefrontal, en la región infralimbica posee una influencia excitadora, mientras que la región prelimbica tiene la capacidad de restringir la activación del eje HHA en respuesta a experiencias de estrés de

manera aguda. La modulación de la región infralímbica en las respuestas al estrés se transmite a través de regiones contiguas dentro de la subdivisión anterior de la cama núcleo de la estría terminal, la cual sirve como centro neuronal para recibir e integrar influencias moduladoras de las regiones del cerebro anteriores límbicas (septum, nucleó paraventricular posterior del tálamo y amígdala) e integrar las señales de retroalimentación negativa mediada por los receptores de GC de estas regiones del cerebro anterior límbico [22].

El estrés crónico, a través de la atrofia dendrítica y la pérdida de sinapsis en la corteza prefrontal medial puede disminuir su ponderación en la red de modulación, mediante la alteración de la integración en las neuronas GABA de la cama núcleo de la estría terminal y la posterior desinhibición de la actividad HHA. Esto afecta el proceso de aprendizaje, la atención y la memoria [18, 30].

## **1.5. Tiempo de Reacción**

Este parámetro se encuentra asociado con funciones superiores del sistema nervioso central, tales como la atención del individuo. Es el tiempo transcurrido desde la presentación de un estímulo, generalmente visual o auditivo en las pruebas de laboratorio y la respuesta del sujeto.

## 1.5.1 Tiempo de Reacción Simple (TRS)

Existen varios tipos de tiempo de reacción. Cuando se usa un único estímulo y se mide el tiempo transcurrido entre la aparición del estímulo y el comienzo de la respuesta, se conoce como tiempo de reacción simple.

En una tarea de tiempo de reacción simple se pide al sujeto que indique, lo más rápidamente que pueda, cuándo aparece un estímulo. Es realmente una tarea de detección. En un experimento de este tipo hay cuatro pasos:

- Se presenta una señal preparatoria que está destinada a atraer la atención del sujeto, propiciando un estado mental estándar al inicio de cada intento. La señal puede ser la palabra "atención", una señal visual o cualquier otra.
- Después de la señal preparatoria sigue un período de tiempo al que llamamos el período preparatorio. Este periodo no tiene una duración fija, sino aleatoria, dentro de un rango determinado.
- Este período se termina con la presentación de la señal de respuesta que se considera el estímulo real del experimento.
- El sujeto debe responder tan pronto como detecte la aparición de ese estímulo.

Generalmente, la respuesta consiste en presionar una tecla, pero puede ser también una respuesta verbal, la que será registrada. En este tipo de experimento, un sujeto entrenado registra tiempos de reacción del orden de 180-200 ms para un estímulo visual.

## 1.5.2. Tiempo de Reacción Complejo (TRC)

Para un TRS, la tarea del sujeto es simplemente detectar la aparición del estímulo, sin mayores procesos de identificación. En cualquier otro caso, se habla de Tiempo de Reacción Complejo.

De esta manera, el tiempo de reacción de elección se da cuando se presentan dos estímulos, donde cada uno de ellos requiere una respuesta diferente; por ejemplo, apretar con la mano izquierda si sale un número par y con la derecha si es impar. En general, en un tiempo de reacción de selección se tiene más de un tipo de estímulo y de respuestas que deben mostrar coincidencia. [31, 32]. Con la excepción de la consigna, el procedimiento experimental del tiempo de reacción complejo (TRC) es esencialmente el mismo que el del tiempo de reacción simple. Como es de esperar, el tiempo de reacción complejo será más largo que el tiempo de reacción simple.

Existen pruebas aún más sofisticadas en el sentido de que involucran mecanismos cerebrales de una mayor complejidad, como las pruebas de Stroop descritas en la sección 1.6. Este tipo de pruebas implican un conflicto de interferencia en las vías cerebrales de procesamiento de la información y la respuesta correspondiente [33].

El tiempo de reacción ante un estímulo se incrementa en función de la cantidad de información que necesite procesarse; esto implica que un tiempo de reacción disyuntivo será generalmente mayor que un tiempo de reacción simple en un mismo individuo. Otro factor que afecta el tiempo de reacción es la modalidad sensorial a través de la cual se presente el estímulo, ya que algunas vías sensoriales requieren mayor procesamiento que otras; por ejemplo, un

estímulo presentado en la modalidad visual requiere un mayor procesamiento que otro presentado en la modalidad auditiva. El tiempo de reacción se ve afectado también por la atención y por el estado general del organismo [34], afectaciones comunes como las enfermedades, somnolencia, estado anímico y emocional, nivel de estrés [35], etc.

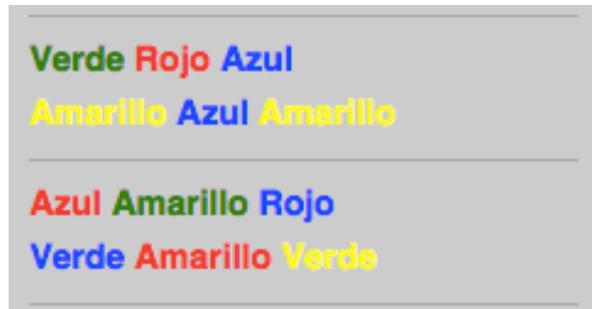
Desde hace más de un siglo se concibe que todas las actividades mentales son tratamiento de información, toda actividad mental toma tiempo. El fundador de esta manera de pensar es el psicólogo holandés Donders (1868) quien propuso usar la medida del tiempo de reacción para investigar los procesos mentales.

## **1.6. Prueba de Stroop**

La prueba de Stroop originalmente estaba enfocado en conocer los efectos de interferencia perceptual, principalmente en conocer que efectos tenía esta interferencia sobre el comportamiento. Más tarde se descubrió que era un test sensible para discriminar personas con daño cerebral, siendo capaz incluso de discriminar la localización de este daño: en el hemisferio derecho o izquierdo así como en el parte anterior o posterior; también permite localizar disfunciones de tipo subcortical [36].

La prueba de colores de Stroop evalúa la capacidad de cambio de una estrategia inhibiendo la respuesta habitual y dando una nueva respuesta ante nuevas exigencias estímulares. Los resultados obtenidos con esta técnica, desde un primer momento y en sucesivos estudios, han demostrado que la latencia de respuesta del sujeto cuando la palabra es incompatible con el color de la tinta

aumenta significativamente con relación a cuando la palabra es congruente o neutra [37].



*Fig. 1 Imagen utilizada para la prueba de Stroop. En la parte superior se muestran los nombres de los colores compatibles con el color de la tinta, mientras que en la parte inferior el color y el nombre es incompatible.*

Dado esto, el efecto Stroop viene explicado por la incongruencia o incompatibilidad existente entre el color en que está impreso la palabra y el significado de dichas palabras, siendo en ocasiones conceptualizado como una forma de primado negativo.<sup>1</sup>

En resumen, los nombres escritos en negro son los que más rápidamente se leen, lo siguiente en rapidez es nombrar colores cuando la palabra está escrita con el color es coincidente y lo que más tiempo toma es leer las listas de colores con nombres incongruentes. La prueba de Stroop es uno de los paradigmas que más ampliamente se ha utilizado en el ámbito neurológico, neuroquirúrgico y neuropsiquiátrico.

---

<sup>1</sup> En psicología, el primado o priming es un efecto relacionado con la memoria implícita por el cual la exposición a determinados estímulos influye en la respuesta que se da a estímulos presentados con posterioridad. Este fenómeno puede tener lugar a nivel perceptivo, semántico o conceptual.

La originalidad del test de Stroop radica en el hecho de que la palabra coloreada suscita una respuesta verbal automática que requiere muchas de las mismas funciones neuropsicológicas que son necesarias para nombrar los colores. Además, la velocidad de ambas reacciones (leer palabras y nombrar colores) es tal, que la respuesta de leer palabras ocupa los canales neuropsicológicos al mismo tiempo que la respuesta de nombrar colores los necesita para poder ser procesada.

Una característica fundamental de este proceso es la dicotomía que se establece entre dos formas de procesamiento:

(i) los procesos automáticos: no consumen atención, no disminuyen la capacidad de procesamiento ya que no consumen recursos, no están sometidos al control del sujeto, desarrollan un procesamiento de la información en paralelo, se suelen adquirir (a excepción de algunos automatismos innatos) por aprendizaje, son bastante estereotipados una vez adquiridos, no son conscientes y su eficacia y precisión es bastante alta.

(ii) los procesos controlados: consumen una gran capacidad atencional y demandan esfuerzo, se hallan sometidos al control del sujeto, desarrollan un procesamiento serial de la información, no son rutinas aprendidas, pueden mejorar con la práctica, poseen una mayor capacidad de adaptación ante las situaciones novedosas, son conscientes y se hallan implicados en tareas complejas no necesariamente rápidas.

Las tareas tipo Stroop constituyen un marco experimental adecuado para el estudio de la forma en que la Red Atencional Anterior lleva a cabo la coordinación entre los procesos puestos en marcha para desarrollar una determinada acción [38]. Su capacidad en este cometido se basa en que su ejecución requiere la realización de una tarea novedosa (nombrar el color en que

está escrita una palabra) mientras se debe impedir la intrusión de un proceso automático (la lectura de la palabra) elicitado por el mismo estímulo. En este sentido, las investigaciones realizadas con técnicas de neuroimagen funcional (PET, RMf) [39] han permitido poner de manifiesto un papel preponderante del cíngulo<sup>2</sup> anterior en la ejecución de la prueba de Stroop [40].

El cíngulo anterior, tiene estrechas conexiones con dos áreas frontales, ambas laterales. Una de ellas ubicada en el hemisferio izquierdo, implicada en la formación de asociaciones de palabras y relacionada, por tanto, con un procesamiento de tipo verbal y la otra, con una localización más superior, parece implicada en un procesamiento de carácter visuoespacial. Algunos autores han atribuido al giro cingular la función de producir la amplificación local de la actividad neural que acompaña a la selección central o top-down [41]. El cíngulo anterior, además, está activo durante tareas que requieren algún tipo de concentración o pensamiento, mientras que su activación se reduce o se anula en tareas que se ejecutan de forma rutinaria [42]. La idea de Posner es que este circuito de conexiones lleva a cabo la función cognitiva atribuida al componente de la memoria de trabajo llamado ejecutivo central [43] es decir, el control de la activación de las representaciones de la información con la que trabajamos en un determinado momento [44].

La sencillez de los estímulos y su breve tiempo de administración permiten usar esta prueba en casos muy diversos (daños cerebrales, drogadicción, demencia senil, psicopatología, estrés, etc.) independientemente del nivel cultural del sujeto, evaluando básicamente la interferencia cognitiva.

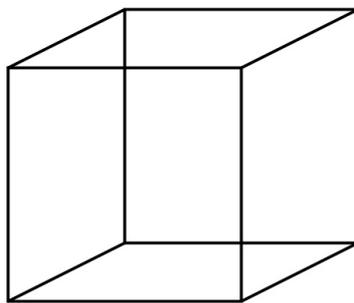
---

<sup>2</sup> El giro cíngulo también conocido en neuroanatomía como giro del cíngulo, circunvolución del cíngulo, giro cingular, gyrus cinguli o —abreviadamente— cingulum es una circunvolución o gyrus en el área media del cerebro que cumple funciones determinantes en la actividad cerebral del sistema límbico; se encuentra hacia el borde o limbo de la corteza cerebral.

## 1.7. Cubo de Necker

Cuando son factibles dos estados posibles de una imagen percibida como el giro a la izquierda o derecha de una figura, las imágenes de forma y fondo o el cubo de Necker, el cerebro alterna entre la percepción de uno y otro de los estados posibles. El cristalógrafo suizo Louis Necker observó que, en las representaciones bidimensionales de las formas cúbicas, alterna repetidamente la orientación que percibe un observador.

Ver es un proceso de elegir únicamente una sola percepción de entre muchas posibilidades. Sin embargo, al ver una figura ambigua que permite múltiples percepciones la representación de un observador puede no siempre ser realizada de forma exclusiva. Nuestra percepción cambia fácilmente de una percepción a otra sin ningún cambio físico en la figura 2. La visión humana es eficiente y generalmente proporciona representaciones inequívocas del medio ambiente; sin embargo, bajo ciertas circunstancias, la misma información visual puede dar lugar a múltiples interpretaciones. Un ejemplo es el cubo de Necker, en este caso, la ambigüedad de profundidad de la superficie es la causa de la percepción biestable del cubo [45].



*Fig 2. Observe el cubo fijamente desde el centro (puede parpadear con libertad) y observe como el cubo cambia de orientación.*

Incluso más singular es el caso de la rivalidad binocular, en el que surge biestabilidad de información contradictoria procesada por cada uno de los dos ojos en las ubicaciones correspondientes de la retina. El resultado es una alternancia estocástica en percepción entre las dos entradas.

Una propiedad fundamental de la percepción biestable es la naturaleza espontánea de las alternancias de percepción: Los dos preceptos se alternarán incluso si un observador intenta mantener uno de ellos. Además, diferentes imágenes biestables parecen cambiar a diferentes velocidades. En el caso de la rivalidad binocular, la tasa de alternancia de la percepción también es fuertemente dependiente de las propiedades de imagen [46] y menos claramente entendido, de factores intrínsecos a los observadores, como la atención [47] y los niveles de serotonina en el cerebro [48]. El hallazgo de que la meditación puede tener un efecto dramático sobre la tasa de interruptor de rivalidad binocular<sup>3</sup> también es relevante [49]. Incluso para el mismo estímulo biestable, la velocidad de conmutación puede ser muy diferente entre los individuos, aunque razonablemente estable en el mismo individuo [50].

---

<sup>3</sup> Rivalidad binocular es un fenómeno de la percepción visual en el que se alterna la percepción entre diferentes imágenes presentadas a cada ojo.

# **CAPÍTULO 2**

## **Meditación**

### **2.1. Meditación**

La meditación es una práctica de entrenamiento mental que se desarrolla en una gran variedad de modalidades y que tienen en común el cultivo de estados mentales asociados con un bienestar integral y permanente. Aunque a la fecha no existe en occidente una clasificación exhaustiva de las formas de meditación, al referirse a la atención pueden considerarse las modalidades de meditación con atención enfocada (FA) y meditación con monitoreo abierto (OM) [51].

El estilo OM implica un monitoreo no reactivo de la experiencia momento a momento, sin centrarse en algún objeto o fenómeno explícito, como la práctica de "Atención Plena" o "Mindfulness" introducida por Jon Kabat-Zinn en los 80's, en la Escuela de Medicina de la Universidad de Massachusetts. El enfoque occidental dado a esta técnica cuyos orígenes se encuentran en la tradición budista ha permitido que se difunda ampliamente en algunas instituciones y que sus efectos sean ampliamente estudiados en los laboratorios.

La meditación FA considera el enfoque voluntario, sostenido y prolongado de la atención en el objeto o fenómeno que se elija, ya sea un objeto visual, una imagen visualizada o sensaciones corporales, entre otros. Una de las

modalidades FA que más se utiliza entre los practicantes es la descrita por la tradición budista como shamata, término sánscrito que significa “morar en la calma” y que consiste en centrar la atención sobre un objeto o fenómeno (usualmente la respiración, siguiendo el ciclo inhalación–exhalación), cuando la mente se aparta de su objeto de meditación, el practicante se da cuenta de ello y vuelve suavemente a dirigir su atención a dicho objeto [52].

Desde la perspectiva de la tradición budista, las técnicas de meditación podrían clasificarse en: shamata, vipassana y vajrayana. Las dos primeras modalidades han sido abordadas, de manera cada vez más frecuente, desde una perspectiva científica. Sobre las meditaciones asociadas con la tradición vajrayana del budismo se encuentran menos referencias [53].

Es conveniente aclarar que la práctica de meditación a la que se hace referencia en el presente estudio corresponde a un nivel muy básico. Puesto en la perspectiva de la clasificación de los niveles de entrenamiento en meditación shamata que se realiza en los textos tradicionales, de 9 niveles descritos se estaría hablando de un entrenamiento que no va más allá del nivel 2.

Como ejemplo de instrucciones básicas para la práctica de Shamata, en el anexo 1 transcribimos algunas indicaciones al respecto.

## **2.2. Meditación y Cerebro**

Las primeras evidencias de los cambios que la meditación induce en el cerebro surgieron de estudios electroencefalográficos. Así por ejemplo, los meditadores presentan una mayor actividad gamma en ciertas regiones cerebrales que no presentan los sujetos control.

Los estudios con resonancia magnética funcional han encontrado que la meditación induce cambios en la actividad de áreas cerebrales involucradas en respuestas reflejas del organismo, generalmente asociadas a desgaste físico y emocional, en forma directa (como la amígdala) o a través de estructuras que modulan dicha actividad (como la corteza prefrontal).

El entrenamiento de la meditación se encuentra asociado (entre otros resultados) con una mayor inhibición por parte de la corteza prefrontal hacia la amígdala, que es un componente clave en el procesamiento de las emociones en el cerebro y en el condicionamiento del miedo y la detección de amenazas. Una mayor actividad de la parte izquierda de la PFC desempeña un papel importante en el control cognitivo afectivo positivo, bienestar y mecanismos de atención. La activación de la PFC conduce a una mayor regulación de la amígdala, que en conjunto con la presencia de dopamina crea una tendencia preferencial hacia los estímulos positivos y gratificantes. Por otra parte, la falta de control inhibitorio provoca una amígdala hiperactiva, que se ha relacionado con un aumento en la reactividad emocional, hiperactividad simpática, alteraciones afectivas, sesgos en la atención y una memoria dirigida hacia los estímulos negativos y alejada de los estímulos positivos. Este mecanismo explica porqué el entrenamiento en meditación se ha asociado con una menor reactividad emocional y una disminución de la hiperactividad simpática [51].

Estudios de neuroimagen han mostrado que la corteza cingulada anterior se activa de forma diferencial en los meditadores. Esta zona se asocia con sesgo de positividad, optimismo, control cognitivo, detección de errores, fomenta la atención y ejerce un control inhibitorio sobre la amígdala. Así mismo, en los meditadores se ha encontrado que la ínsula tiene una mayor concentración de materia gris y presenta una mayor activación después del entrenamiento en

meditación. La ínsula también se ha encontrado asociada con la memoria de palabras positivas y se cree que está involucrada en la interocepción y conciencia visceral [51].

En otros estudios se ha encontrado que la meditación se encuentra relacionada con la activación de diferentes áreas cerebrales. En meditadores con experiencia encontraron un acoplamiento entre la corteza cingulada anterior dorsal, la corteza cingulada posterior y la corteza prefrontal dorsolateral durante la meditación que se relaciona con una disminución de la mente errante, es decir, cuando la mente se distrae con pensamientos, sensaciones o emociones, la mente se aferra y trata de cambiar lo que percibe. Debido a esto, se da un aumento de actividad en la corteza cingulada anterior y la ínsula anterior, así como una activación de la corteza orbitofrontal y una desactivación talámica inducidas por la meditación [53].

Además, estudios recientes han comprobado que la estructura cerebral se ve modificada por la meditación. Se ha encontrado que los meditadores presentan un mayor volumen de materia gris en comparación con los no meditadores, posiblemente por una mayor neurogénesis o por la activación de mecanismos de neuroprotección.

## **2.3 Meditación y Salud**

La meditación, cuando es aplicada en el tratamiento de enfermedades físicas y mentales, se destaca por su bajo o nulo costo económico y por la ausencia de efectos secundarios [54]. En años recientes, se han encontrado sólidas evidencias de que la meditación es capaz de disminuir la respuesta de estrés, fomentar estados de ánimo positivos, favorecer la salud integral, inducir la

relajación, así como fomentar el equilibrio emocional y una actitud realista ante los fenómenos que se perciben. También se ha encontrado que favorece un equilibrio endocrino positivo y disminuye el estrés oxidativo [55].

La meditación se ha utilizado en el tratamiento de diversos trastornos psicológicos (depresión, ansiedad, ira, trastornos de pánico, déficit de atención y adicciones, entre otros); también, ha sido empleada en el tratamiento de la hiperactividad, trastornos del aprendizaje y del rendimiento académico, trastornos de alimentación, problemas emocionales, problemas de conducta y autoestima. Por otra parte, ha demostrado su utilidad en el tratamiento de trastornos cardiovasculares, hipertensión, dolor crónico, fibromialgia, trastornos respiratorios, problemas dermatológicos, trastornos inmunológicos y síntomas de cáncer de próstata [56].

La meditación promueve el fortalecimiento y la rehabilitación de los sistemas de control prefrontal; se ha encontrado que el deterioro de los circuitos de atención prefrontal desempeña un papel central en la perturbación emocional, Así mismo la meditación apoya el aprendizaje de desviar la atención hacia los estímulos positivos y alejarla de estímulos negativos, desarrollando la habilidad específica del control de la atención [57]. También se ha demostrado que aumenta la auto-regulación, la capacidad de gestionar de forma eficaz los pensamientos y las acciones para completar una tarea [58].

La meditación disminuye la negatividad, desarrolla el entrenamiento mental disminuye la rumiación, la preocupación y el afecto negativo. Aumenta el afecto positivo, mientras que fomenta al desarrollo de ser más tolerante y abierto con una actitud de curiosidad por las experiencias desagradables; así mismo aumenta el bienestar mediante el desarrollo de la viveza y la claridad de las experiencias cotidianas. La meditación amplía el alcance de la atención y permite una mayor

conciencia de situaciones agradables, aumentando y facilitando el proceso de saborear las experiencias agradables, contribuyendo a un bienestar psicológico [57]. La meditación cultiva una conciencia sin prejuicios, disminuye el auto-juicio y aumenta la auto-aceptación y auto-compasión [59].

Para tratar de entender el porqué se observan efectos benéficos de la práctica de meditación en un amplio rango de enfermedades físicas y trastornos mentales, será útil reflexionar sobre el estrés, como fenómeno asociado con la génesis y complicación de una gran variedad de padecimientos, al provocar el desequilibrio de diversos sistemas fisiológicos del organismo, lo que se conoce como "respuesta de estrés". Por otra parte, se ha identificado una "respuesta de relajación", caracterizada por una disminución de actividad simpática y activación parasimpática, y que puede ser producida por varias técnicas, como la relajación progresiva y autohipnosis, entre otras [60].

Se ha encontrado que la práctica de meditación provoca en el organismo una respuesta de relajación, con una característica adicional: se incrementan algunos indicadores de actividad del sistema nervioso central que contribuyen a una mejor atención y velocidad de procesamiento de los estímulos. De esta manera, la meditación estaría revirtiendo los efectos negativos del estrés, además de aportar nuevos elementos de bienestar a nivel de sistema nervioso central y metacognición. Es importante señalar que, si bien la práctica de meditación en sus diferentes modalidades ha mostrado efectos benéficos sobre las estructuras fisiológica y psicológica de los individuos, fortaleciendo su salud física y mental, las fuentes originales de estas técnicas (particularmente la tradición budista) señala que estos efectos son meramente colaterales y se encuentran asociados con estados temporales del organismo. Dentro de esta tradición, la meditación se considera sólo una parte (shamadi) del entrenamiento que pretende llevar al individuo a estados de bienestar de mayor duración, esencialmente permanentes.

Para ello, la meditación se ve complementada con otros aspectos, que involucran una conducta ética adecuada (shila) y una visión más profunda de la realidad (prajña). Un riesgo en occidente es que las prácticas meditativas se comercialicen y se pierdan las enseñanzas esenciales e integrales.

# **CAPÍTULO 3**

## **Desarrollo**

### **3.1. Justificación**

La práctica de meditación ha mostrado efectos benéficos, tanto fisiológicos como psicológicos en los practicantes. Por su impacto en la salud, son de importancia los estudios que cuantifiquen su impacto sobre parámetros objetivos, para optimizar su aplicación y ayudar a clarificar los mecanismos que sustentan sus efectos.

### **3.2. Objetivo**

Cuantificar el efecto agudo de la práctica de meditación sobre tiempos de reacción y actividad del sistema nervioso autónomo.

### **3.3. Hipótesis**

La práctica de meditación disminuye la respuesta de actividad simpática e incrementa la actividad parasimpática en pruebas de estrés y disminuye el tiempo de reacción del practicante.

ESTADÍSTICA. Prueba de Wilcoxon para medidas repetidas y U de Mann Whitney para grupos independientes. Significancia bilateral de 0.05

## **3.4. Material y Métodos**

### **3.4.1. Participantes**

15 sujetos voluntarios sanos de 25 a 68 años de edad (8 mujeres y 7 hombres) con agudeza visual normal o corregida a normal y experiencia de al menos un año en la práctica de meditación Shamata. Los participantes, alumnos de la Sede Morelia de Casa Tíbet México, respondieron voluntariamente a la convocatoria de participación en el estudio.

### **3.4.2. Consideraciones Éticas**

Las intervenciones no presentan riesgos para los voluntarios, por ser evaluaciones de carácter no invasivo; sin embargo, se les solicitó firma de consentimiento informado para la obtención de datos personales.

### **3.4.3. Equipo**

Los estímulos fueron presentados en un monitor de 17" LCD con resolución de 1024 x 768 pixeles y con una frecuencia de actualización de 85 Hz. Las respuestas a los estímulos fueron introducidos por el participante por medio de

un teclado numérico ergonómico. Se estableció una distancia de 100 cm entre la pantalla (los estímulos) y cada participante, con lo que el ángulo de visión fue de 2 grados respecto a la horizontal, de acuerdo a lo recomendado en otros estudios sobre evaluación de tiempos de reacción.

Para el registro electrocardiográfico y la evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca se utilizó equipo ProComp® y software CardioPro®.

### **3.4.4. Instalaciones**

Se contó con 3 espacios diseñados para llevar a cabo las sesiones apropiadamente, ubicados en la Sede Morelia de Casa Tibet México.

- Sala de inducción, donde se recibía al participante, se le daba una descripción de como se llevarían a cabo las pruebas y se les asignaba al azar (mediante el lanzamiento de una moneda) una de dos actividades previas a las sesiones de evaluación: ver un documental o tener un periodo de meditación, cada una de 30 minutos.
- Sala audio visual y de meditación, adaptada para estas actividades; una sección contaba con una pantalla blanca, un video proyector y un sillón, y otra sección contaba con lo necesario para meditar, silenciosa, cómoda e iluminada.
- Sala de las pruebas de reacción y registro electrocardiográfico, propiamente adaptada para dichas pruebas; consistía en un espacio silencioso y con todo el equipo montado.

### **3.4.5. Procedimiento**

Todas las evaluaciones se realizaron entre las 8:00 y las 14:00 hrs, periodo en que la actividad del sistema nervioso autónomo se mantiene circadianamente estable. Se solicitó a los participantes llegar descansados (con suficientes horas de sueño) y habiendo ingerido la primera comida de la mañana. Al momento de llegar se les proporcionó la información general acerca de las pruebas, se les hicieron algunas preguntas relacionadas con la experiencia que tienen en la meditación, horario de descanso que tuvieron la noche anterior, así como la alimentación que tuvieron el día anterior y la última comida del día con la que se presentaron. Se les preguntó si habían tenido algún problema o situación familiar o personal que afectara su estado anímico ese día y al azar se les dio la primer actividad, que consistía en un periodo de meditación o ver un documental con 30 minutos de duración cada una de las actividades.

Una vez concluida su actividad asignada, pasaban a la sala de pruebas donde se llevaría a cabo la primera sesión de evaluación (descrita más adelante). Al terminar la evaluación, eran conducidos nuevamente a la sala audio-visual y de meditación para realizar la actividad complementaria, que sería la actividad que no hicieron en la primera etapa, es decir, si su primera actividad fue ver el documental esta vez sería la meditación; después de esta actividad, se llevó a cabo la segunda sesión de evaluación, donde al finalizarla daríamos por terminada toda actividad.

Durante cada sesión los voluntarios realizaron las pruebas que adelante se listan, cada una con 5 minutos de duración y con registro electrocardiográfico continuo para la evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca:

- Reposo
- Tiempo de reacción simple
- Cubo de Necker
- Prueba de Stroop
  - o Palabras con color concordante
  - o Palabras con color discordante
- Reposo

### **3.4.6. Descripción de las pruebas**

*Reposo:* se indicó a los participantes que permanecieran en reposo.

*Tiempo de Reacción Simple:* Para esta prueba, en el centro de la pantalla con fondo negro donde era constante una cruz pequeña de color blanco, aparecía cada determinado tiempo (tomado al azar entre 1.5 y 2.5 segundos) un rombo, igualmente de color blanco; una vez que aparecía el estímulo el participante debía dar un clic.

*Cubo de Necker:* Las condiciones de las pruebas fueron: un cubo de Necker de tamaño:  $10^\circ \times 10^\circ$  (grado sexagesimal), con una cruz de fijación de atención en el centro del cubo, fondo blanco y contorno negro. El participante debía mirar fijamente a la cruz y respecto a su percepción, cada vez que el cubo cambiara de orientación daría un clic en el teclado.

*Prueba de Stroop:* Prueba dividida en 2 partes, constaba de 4 nombres de colores (rojo, azul, café y rosa) con letras escritas en colores concordantes y en colores discordantes.

a) En la primera parte, al centro de la pantalla con fondo negro, al azar y cada determinado tiempo tomado igualmente de forma aleatoria (entre 1.5 y 3 segundos) aparecían los nombres de los colores con color concordante. Ej. ROJO, CAFE, AZUL, ROSA. A este tiempo de reacción lo denominamos “tiempo de reacción complejo”, en contraste con el tiempo de reacción simple evaluado en la prueba anterior, donde el sujeto tiene que decidir la tecla a oprimir de acuerdo al nombre del color, con 4 opciones (las flechas de dirección) es de señalar que el participante realizaba una práctica previa para familiarizarse con su ubicación.

b) Para la segunda parte, aparecerían los nombres de las palabras escritas con color discordante con las condiciones generales iguales que en la primera parte. Ej. ROJO, AZUL, CAFE, ROSA. El participante debía identificar solamente el nombre del color escrito y dar clic lo mas rápido posible en la tecla correspondiente designada para cada color.

### **3.4.7. Herramientas de software**

Para medir los diferentes estímulos recibidos por el grupo de personas que fueron estudiadas, fue requerido el uso de herramientas de software. Una de estas herramientas fue la aplicación llamada Affect 4.0 que fue esencialmente desarrollado para efectuar evaluaciones psicológicas. También fue empleado el lenguaje Autoit v3, el cual tiene, entre otras características, el poder usar una interfaz gráfica y generar aplicaciones independientes que pueden ser ejecutadas sin ser instaladas en cualquier plataforma Windows.

## **Affect 4.0**

Fue utilizado para llevar a cabo las pruebas de Stroop y Tiempo de Reacción Simple ya que nos permitía manipular los estímulos como objetos a la vez que nos daba opción de decisión en cuales serían las teclas con las cuales se ingresaría la respuesta al estímulo.

Affect es un paquete de software desarrollado para montar y realizar experimentos psicológicos. La interfaz de Affect está diseñado para que el usuario no necesite tener conocimientos de programación específicos: los experimentos se pueden programar "botón sabio" a través de una interfaz de usuario intuitiva.

El principal objetivo de Affect no es proporcionar un lenguaje de programación o un estudio de creación de complejos orientado a experimentos sofisticados. En lugar de ello, Affect nace de una necesidad para el software que hace que sea más fácil para los experimentadores definir asignaciones al azar, tiempos, y la salida de los experimentos que se componen de muchos ensayos idénticos e independientes. Como tal, la principal ventaja de Affect es la facilidad con la que uno puede definir semirremolques aleatorizaciones y rápidamente crear grupos de prueba de series de estímulos.

Affect permite presentaciones audiovisuales (por ejemplo, WAV, BMP,. .) y puede activar dispositivos externos (por ejemplo, dispositivos de electrochoque, proyector de diapositivas). Affect cuenta con registros de respuesta de latencia (por ejemplo tecla de voz, teclado) con una retroalimentación continua de la asignatura. El tiempo es de una precisión de milisegundos si el equipo cumple

con los adecuados requisitos técnicos . Affect tiene el soporte construir-en para la interfaz con LabMaster A / hardware conversor [61].

Affect 4.0 fue usado en esta investigación debido a que se requería de la aparición de estímulos cada determinado tiempo dado de forma aleatoria entre 1 y 3 segundos, una vez que aparecía el estímulo comenzaba un contador para saber el tiempo efectivo de tiempo de reacción del participante. Estos tiempos eran escritos por el Affect en un archivo de texto de forma eficiente, debido a la finalidad con la cual fue creado Affect nos fue muy útil utilizarlo a demás de la facilidad con la cual se manipula.

## **Autoit V3**

Utilizado en la prueba con el Cubo de Necker, con la tecla de introducción, cada que el participante daba clic para registrar el estímulo, el programa registraba el tiempo específico en el cual se hizo el clic. Este lenguaje también se utilizó para los registros de una prueba adicional (*finger tap*), donde se pedía al participante hacer clics, con un ritmo con el cual se sintiera cómodo; estos resultados no corresponden a los objetivos del presente trabajo, por lo que no se presenta su análisis.

Autoit v3 es un lenguaje de programación similar al BASIC gratuito diseñado para la automatización de la interfaz gráfica de usuario de Windows y scripting general. Utiliza una combinación de pulsaciones de teclas simuladas, el movimiento del ratón y la manipulación de la ventana de control con el fin de automatizar las tareas de una manera que no es posible o fiable con otros idiomas (por ejemplo, VBScript y SendKeys).

Autolt es también muy pequeño, autónomo y se ejecutará en todas las versiones de Windows fuera de la caja sin "tiempos de ejecución". Fue diseñado inicialmente para PC "roll out" las situaciones para automatizar de forma fiable y configurar miles de ordenadores.

Características:

- Fácil de aprender la sintaxis similar al BASIC
- Simular pulsaciones de teclado y movimientos del ratón
- Manipular ventanas y procesos
- Interactúa con todos los controles estándar de Windows
- Los scripts pueden ser compilados en ejecutables independientes
- Crear interfaces gráficas de usuario (GUI)
- Apoyo COM
- Las expresiones regulares
- Llamar directamente a funciones DLL y API de Windows externas
- Funciones RunAs Scriptable
- Compatible con Windows XP / 2003 / Vista / 2008 / Windows 7/2008 R2 /

Windows 8/2012 R2

- Soporte Unicode y x64
- Autolt ha sido diseñado para ser lo más pequeño posible y stand-alone sin la externa. Dll o entradas de registro necesarias por lo que es seguro de usar en los servidores. Los scripts pueden ser compilados en ejecutables independientes con Aut2Exe.

El uso de Autolt nos facilitó la obtención de los datos debido a la facilidad con la que se puede manipular en distintas máquinas [62].

El código utilizado para esta parte fue el siguiente.

*; Para comenzar la creación del programa, debemos incluir algunas bibliotecas las cuales declaran constantes que usaremos en nuestra caja de dialogo*

```
#Region ;**** Directives created by Autolt3Wrapper_GUI ****
#Autolt3Wrapper_Icon=..\..\..\Archivos de Progra\Autolt3\icons\au3.ico
```

```
#Autolt3Wrapper_Outfile=..\RC2.exe
#Autolt3Wrapper_Res_Comment=Release Candidat 1
#Autolt3Wrapper_Res_Description=Programa de estrÈs con clicks.
#Autolt3Wrapper_Res_Fileversion=1.0.0.0
#Autolt3Wrapper_Res_Language=2058
#Autolt3Wrapper_Res_requestedExecutionLevel=asInvoker
```

```
#EndRegion ;**** Directives created by Autolt3Wrapper_GUI ****
```

```
#Region Includes
```

```
#include <Timers.au3>
#include <GuiEdit.au3>
#include <File.au3>
#include <ButtonConstants.au3>
#include <EditConstants.au3>
#include <GUIConstantsEx.au3>
#include <EditConstants.au3>
#include <GUICollection.au3>
#include <StaticConstants.au3>
#include <WindowsConstants.au3>
#include <Array.au3>
#include <GuiListView.au3>
#endregion
```

*; Declaramos las variables*

```
#Region Globals
    Local $Tiempo = 0
    Local $TmpRes = 0
    Local $timer = 0
    Local $count = 0
    Local $timer2 = 0
    Local $Array[3500]
    Local $ArrayC[3500]
    Local $min = -1
    Local $hour = 0
    Local $i = 1
    Local $c = 0
    Local $count = 0
    Local $ContM0 = 0
```

```

Local $DifsTmp[3000]
Local $SumTRM0 = 0
Local $ContM1 = 0
Local $SumTRM1 = 0
Local $ContM2 = 0
Local $SumTRM2 = 0
Local $ContM3 = 0
Local $SumTRM3 = 0
Local $ContM4 = 0
Local $SumTRM4 = 0
Local $ContM5 = 0
Local $SumTRM5 = 0
Local $ContM6 = 0
Local $SumTRM6 = 0
Local $ContM7 = 0
Local $SumTRM7 = 0
#endregion

```

*; Definimos dirección donde se guardara el archivo*

```
#Region ### GUI ### Form=E:\Usuarios\ColdFusion\Documentos\Form testing.kxf
```

*; Definimos la ventana con las etiquetas y botones que llevará*

```

$gui = GUICreate("Programa de estrÈs con clicks - De Iris Paulina Gallardo Orozco",
615, 438, 192, 124)
$Label1 = GUICtrlCreateLabel("Nombre y Apellido:", 8, 8, 92, 17)
$Label2 = GUICtrlCreateLabel("Tiempo Transcurrido:", 8, 40, 104, 17)
$Label3 = GUICtrlCreateLabel("Promedio de tiempo entre clicks:", 8, 72, 157, 17)
$Label4 = GUICtrlCreateLabel("Minuto cero:", 8, 112, 60, 17)
$Label5 = GUICtrlCreateLabel("Minuto uno:", 8, 144, 59, 17)
$Label6 = GUICtrlCreateLabel("Minuto dos:", 8, 176, 59, 17)
$Label7 = GUICtrlCreateLabel("Minuto tres:", 8, 208, 72, 17)
$Label8 = GUICtrlCreateLabel("Minuto cuatro:", 8, 240, 68, 17)
$Label9 = GUICtrlCreateLabel("Minuto cinco:", 8, 272, 69, 17)
$Label10 = GUICtrlCreateLabel("Minuto seis:", 8, 304, 64, 17)

$Input1 = GUICtrlCreateInput("", 128, 8, 177, 21)
$scrono = GUICtrlCreateLabel("" & $Tiempo & " ms", 128, 40, 200, 17)
$Label12 = GUICtrlCreateLabel("0000.0000000000 ms", 96, 112, 107, 17)
$Label13 = GUICtrlCreateLabel("0000.0000000000 ms", 96, 144, 107, 17)
$Label14 = GUICtrlCreateLabel("0000.0000000000 ms", 96, 176, 107, 17)
$Label15 = GUICtrlCreateLabel("0000.0000000000 ms", 96, 208, 107, 17)
$Label16 = GUICtrlCreateLabel("0000.0000000000 ms", 96, 240, 107, 17)
$Label17 = GUICtrlCreateLabel("0000.0000000000 ms", 96, 272, 107, 17)
$Label18 = GUICtrlCreateLabel("0000.0000000000 ms", 96, 304, 107, 17)
$Labelcount = GUICtrlCreateLabel("Se han realizado " & $count & " clicks.", 454, 8,

```

124, 30)

```

$stop = GUICtrlCreateButton("Reiniciar Contadores", 8, 360, 105, 41)
$split = GUICtrlCreateButton("¡rea de Clickeo", 136, 360, 113, 41)
$go = GUICtrlCreateButton("Iniciar", 264, 360, 75, 41)

```

```

$Label19 = GUICtrlCreateLabel("Registro de Clicks:", 352, 8, 92, 17)

```

```

$list = GUICtrlCreateEdit ("", 352, 48, 249, 370, $ES_AUTOVSCROLL +
$WS_VSCROLL)
GUISetState(@SW_SHOW)

```

```

#EndRegion ### GUI ###

```

```

#Region Hotkeys, Variables y Frenado.

```

```

Call ("_Stop")

```

```

#endregion

```

```

#Region While y Cases

```

```

While 1
$nMsg = GUIGetMsg()

```

```

Switch $nMsg
Case $GUI_EVENT_CLOSE
Exit

```

```

Case $split
If String($timer) <> "stopped" Then
_Giro()
EndIf

```

```

Case $go
GUICtrlSetData($crono, " started")
$timer = TimerInit()
_Go()

```

```

case $stop
$timer = "stopped"
$count = 0
GUICtrlSetData($crono, "Stopped")
_ArrayDisplay ($Array, "Listado de Clicks")
Do
_ArrayDelete ($Array, $i)

```

```

        $i -= 1

        Until $i = 1
            _GUICtrlEdit_Destroy($list)
            $list = GUICtrlCreateEdit ("", 352, 48, 249,
370, $ES_AUTOVSCROLL + $WS_VSCROLL)

        EndSwitch

_title()

WEnd

#endregion

#Region Funciones

Func _title()
$tmp = TimerDiff($timer)
$sec = $tmp /1000

        If $sec >= 60 Then
            $timer = TimerInit()
            $sec -=60
            $min += 1
            $tmp -= 60000.000000000
        EndIf

        If $min >= 60 Then
            $hour +=1
            $min -= 60
        EndIf

$sec = Round ($sec, 4)
GUICtrlSetData ( $crono, $hour&":"&$min&":"&$sec)

EndFunc

Func _Giro()
$count+=1
$tmp = TimerDiff($timer)
$sec = $tmp /1000
$i += 1
$c += 1

        If $sec >= 60 Then
            $min +=1
            $sec -= 60.000000000
        EndIf

```

```

If $min >= 60 Then
    $hour += 1
    $min -= 60
EndIf

$sec = Round ($sec, 4)
    GUICtrlSetData($labelcount, "Se han realizado " &$count
" clicks.")
    _GUICtrlEdit_InsertText ($list, ""&$hour&". "&$min&". "&
$sec & @CRLF)
    $Array[$i] = $hour & $min & $sec
    $ArrayC[$c] = TimerDiff($timer2)

If $min = 0 Then
    $ContM0 += 1
    $DifsTmp[$c] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
    $SumTRM0 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM0
    $TmpRes = $SumTRM0 / $ContM0
    $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)
    GUICtrlSetData ($Label12, $TmpRes & " ms")
EndIf

If $min = 1 Then
    $ContM1 += 1
    $DifsTmp[$c] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
    $SumTRM1 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM1
    $TmpRes = $SumTRM1 / $ContM1
    $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)
    GUICtrlSetData ($Label13, $TmpRes & " ms")
EndIf

If $min = 2 Then
    $ContM2 += 1
    $DifsTmp[$c] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
    $SumTRM2 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM2
    $TmpRes = $SumTRM2 / $ContM2
    $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)
    GUICtrlSetData ($Label14, $TmpRes & " ms")
EndIf

If $min = 3 Then
    $ContM3 += 1
    $DifsTmp[$c] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
    $SumTRM3 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM3
    $TmpRes = $SumTRM3 / $ContM3
    $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)

```

```

        GUICtrlSetData ($Label15, $TmpRes & " ms")
    EndIf

    If $min = 4 Then
        $ContM4 += 1
        $DifsTmp[$i] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
        $SumTRM4 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM4
        $TmpRes = $SumTRM4 / $ContM4
        $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)
        GUICtrlSetData ($Label16, $TmpRes & " ms")
    EndIf

    If $min = 5 Then
        $ContM5 += 1
        $DifsTmp[$c] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
        $SumTRM5 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM5
        $TmpRes = $SumTRM5 / $ContM5
        $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)
        GUICtrlSetData ($Label17, $TmpRes & " ms")
    EndIf

    If $min = 6 Then
        $ContM6 += 1
        $DifsTmp[$c] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
        $SumTRM6 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM6
        $TmpRes = $SumTRM6 / $ContM6
        $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)
        GUICtrlSetData ($Label18, $TmpRes & " ms")
    EndIf

    If $min = 7 Then
        $ContM7 += 1
        $DifsTmp[$c] = $ArrayC[$c] - $ArrayC[$c - 1]
        $SumTRM7 = $DifsTmp[$c] + $SumTRM7
        $TmpRes = $SumTRM7 / $ContM7
        $TmpRes = Round ($TmpRes, 4)
        GUICtrlSetData ($Label19, $TmpRes & " ms")
    EndIf
EndFunc

Func _Stop()

    $timer = "stopped"
    GUICtrlSetData($crono, " ")
EndFunc

Func _Go()

```

```

$timer = 0
$min = 0
$hour = 0
$count = 0
$timer2 = 0
GUICtrlSetData ( $crono, "Iniciado")
GUICtrlSetData ($Label12, "0000.0000000000 ms")
GUICtrlSetData ($Label13, "0000.0000000000 ms")
GUICtrlSetData ($Label14, "0000.0000000000 ms")
GUICtrlSetData ($Label15, "0000.0000000000 ms")
GUICtrlSetData ($Label16, "0000.0000000000 ms")
GUICtrlSetData ($Label17, "0000.0000000000 ms")
GUICtrlSetData ($Label18, "0000.0000000000 ms")

If $i >= 0 Then
    _ArrayDelete ($Array, $i)
    $i -= 1
EndIf

$timer = TimerInit()
$timer2 = TimerInit()

EndFunc

#endregion

```

# CAPÍTULO 4

## Resultados

### 4.1. Introducción

Aunque la prueba de Kolmogorov-Smirnov no rechaza la hipótesis nula para una distribución normal de los tiempos de reacción simple evaluados, esta hipótesis si es rechazada para algunas de las evaluaciones de la prueba de Stroop. Por lo anterior, y también en consideración al pequeño tamaño de muestra, se utilizaron pruebas no paramétricas (Wilcoxon-Mann-Whitney) para el análisis estadístico de los resultados. Es de señalar que las pruebas paramétricas (t de Student para medidas independientes y para medidas repetidas) arrojan los mismos resultados cualitativos. Se consideraron pruebas bilaterales, con una significancia  $\alpha=0.05$ , se anota el valor de p cuando la prueba estadística resulta significativa y N.S. en caso contrario.

Para cada una de las variables se analiza si existen cambios estadísticamente significativos al pasar el primer grupo del periodo post meditación (PPM) al periodo post video (PPV), mediante una prueba de Wilcoxon, evaluando los cambios  $[(PPV)_i - (PPM)_i]_1$ . De igual manera se procede con los cambios en el segundo grupo, que pasa de un periodo PPV a PPM, con cambios  $[(PPM)_i - (PPV)_i]_2$ . En las figuras se anotan los promedios de los cambios, con su error estándar y la significancia asintótica (valor de p) resultante del análisis estadístico.

Los conjuntos de cambios  $[(PPV)_i - (PPM)_i]_1$  y  $[(PPM)_i - (PPV)_i]_2$  son evaluaciones independientes, que se analizan con la prueba U de Mann Whitney. Este análisis proporciona una evidencia del efecto global de la práctica de meditación en el estudio realizado. En las figuras se anota la significancia asintótica (valor de p) correspondiente a dicha comparación.

De igual forma, se analiza el cambio promedio de los 14 sujetos al pasar de PPV a PPM (independientemente de que el primer grupo iniciara con PPM y el segundo con PPV):  $[(PPM)_i - (PPV)_i]_1 \cup [(PPM)_i - (PPV)_i]_2$  o de manera sintética  $[(PPM) - (PPV)]_{1,2}$ . Este análisis también proporciona una evidencia del efecto global de la práctica de meditación en el estudio realizado. En las figuras se anota el promedio del cambio, con su error estándar y el valor de p resultante del análisis estadístico.

## **4.2. Tiempos de Reacción Simple**

El primer grupo inició en PPM con tiempos de reacción  $336.7 \pm 18.0$  ms y el segundo grupo inicio en PPV con tiempos de reacción  $333.8 \pm 14.4$  ms (media  $\pm$  ee). La figura 3 muestra los cambios al pasar los grupos al PPV y PPM, respectivamente; también se anotan los resultados de los análisis estadísticos correspondientes.

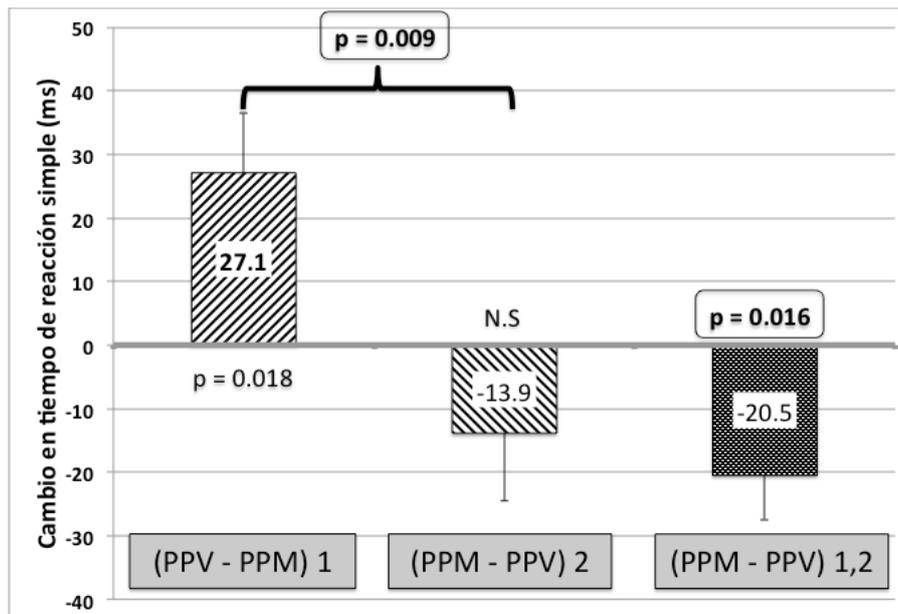


Fig. 3. Cambios en los tiempos de reacción simples (media  $\pm$  ee) y significancia de los mismos al pasar: el primer grupo de PPM a PPV [(PPV-PPM)1], el segundo grupo de PPV a PPM [(PPM-PPV)2] y ambos grupos de PPV a PPM [(PPM-PPV)1,2]. Pruebas Wilcoxon-Mann-Whitney, bilaterales,  $\alpha=0.05$ .

### 4.2.1. Edad y Tiempo de Reacción Simple

Para la correlación entre la edad y el tiempo de reacción simple resultó mejor un ajuste polinómico (segundo grado) que una línea recta. Por otra parte, el ajuste es mejor durante PPM que durante PPV. Las figuras 4 y 5 muestran estos resultados.

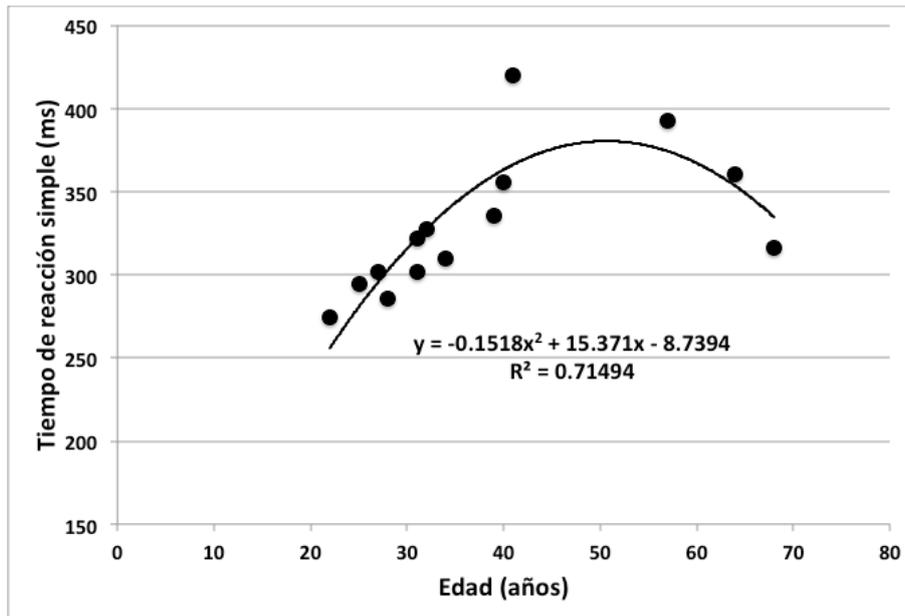


Fig.4 Correlación del tiempo de reacción simple con la edad durante PPM

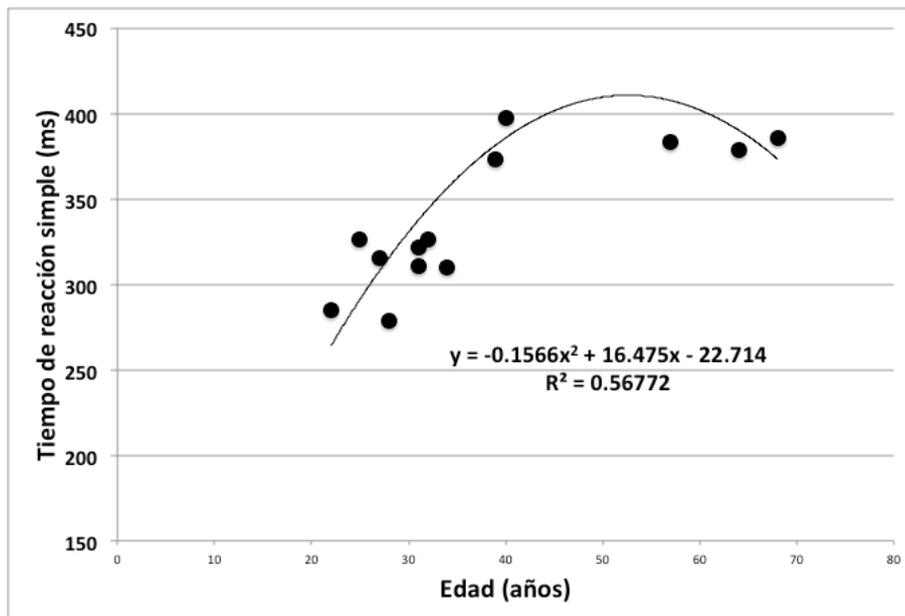


Fig. 5 Correlación del tiempo de reacción simple con la edad durante PPM

### 4.3. Prueba de Stroop

El tiempo de reacción cambia significativamente al pasar de una prueba simple a una compleja. La figura 6 muestra la comparación del promedio de todos los tiempos de reacción simple (ambos grupos, durante PPM y PPV; 28 medidas) referidos en el apartado 4.1 contra todos los tiempos registrados en la prueba preliminar de Stroop (prueba compleja: elección múltiple, letras con el mismo color de la palabra).

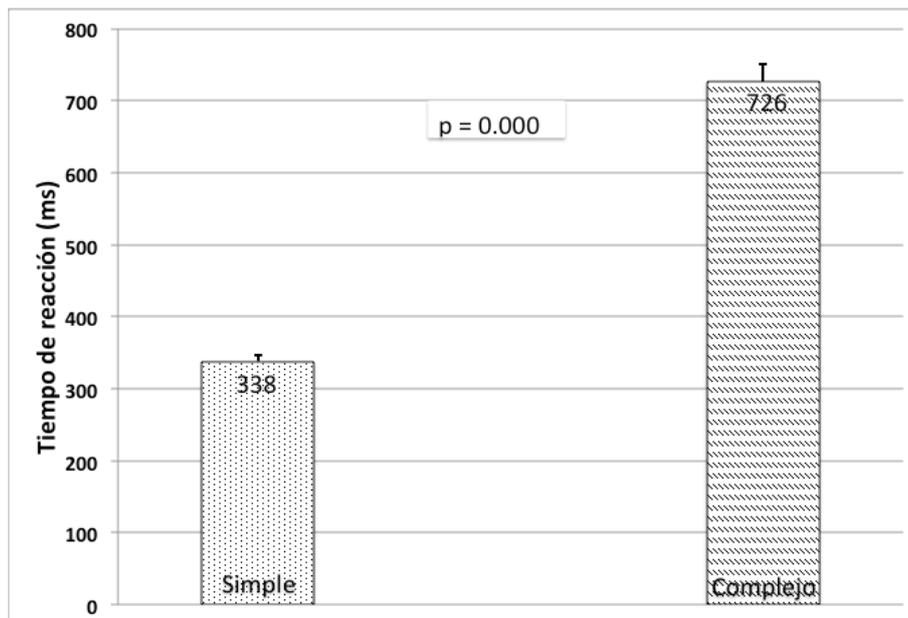


Fig 6 Comparación de los tiempos de reacción simple y complejo (elección múltiple, letras con el mismo color de la palabra). Promedio  $\pm$  ee de ambos grupos durante PPM y PPV; U de Mann-Whitney, bilateral.

La figura 7 da cuenta del efecto Stroop: compara los tiempos de reacción en la prueba compleja preliminar (con letras de igual color que la palabra) con los tiempos de reacción cuando las letras eran de color distinto a la palabra (efecto Stroop).

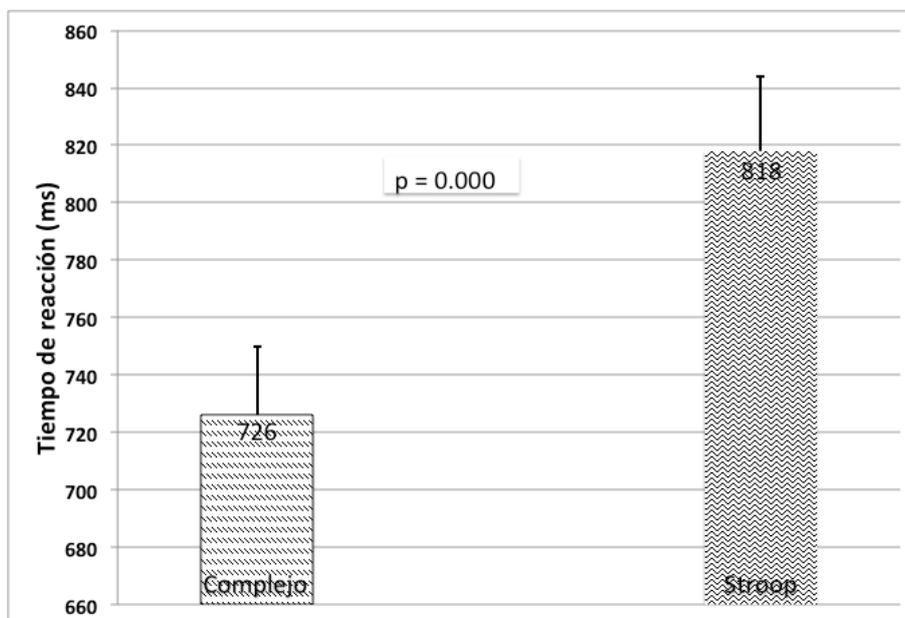


Fig 7 Comparación de los tiempos de reacción complejo (elección múltiple, letras con el mismo color de la palabra) con los tiempos en la prueba Stroop (elección múltiple, letras con distinto color que la palabra). Promedio  $\pm$  ee de ambos grupos durante PPM y PPV; U de Mann-Whitney, bilateral.

Con relación a la comparación de los tiempos de reacción en la prueba de Stroop durante los periodos PPM y PPV, el primer grupo inició en PPM con de  $820.0 \pm 42.3$  ms y el segundo grupo inicio en PPV con tiempos de reacción  $837.6 \pm 52.7$  ms (media  $\pm$  ee). La figura 8 muestra los cambios al pasar los grupos al PPV y PPM, respectivamente; también se anotan los resultados de los análisis estadísticos correspondientes.

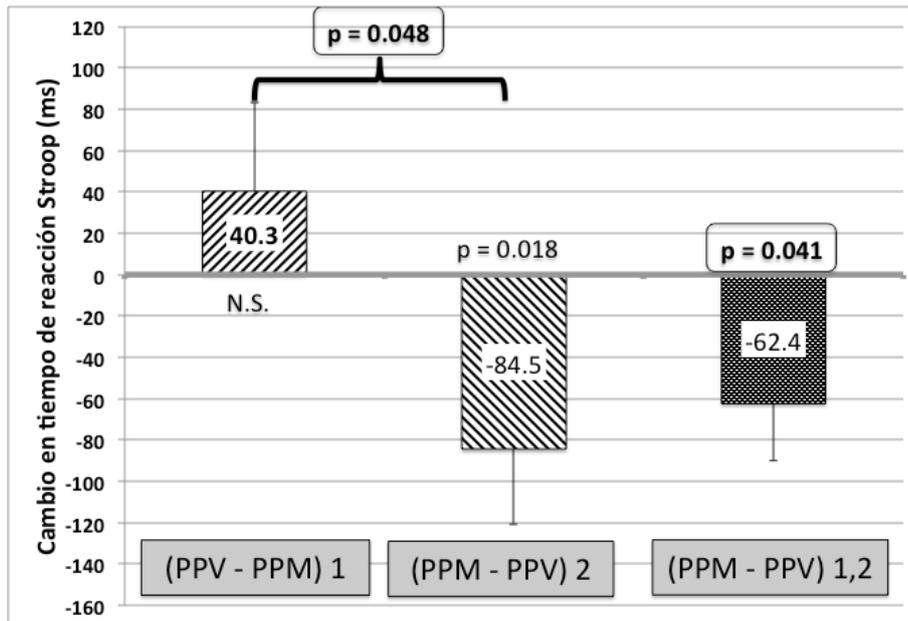


Fig. 8. Cambios en los tiempos de reacción de la prueba de Stroop (media  $\pm$  ee) y significancia de los mismos al pasar: el primer grupo de PPM a PPV [(PPV-PPM)1], el segundo grupo de PPV a PPM [(PPM-PPV)2] y ambos grupos de PPV a PPM [(PPM-PPV)1,2]. Pruebas Wilcoxon-Mann-Whitney, bilaterales,  $\alpha=0.05$ .

### 4.3.1. Edad y Tiempos de Reacción en la prueba de Stroop

El tiempo de reacción en la prueba de Stroop se correlaciona linealmente con la edad de los participantes, con un mayor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) en la fase PPM en comparación con la fase PPV. Los resultados se muestran en las figuras 9 y 10

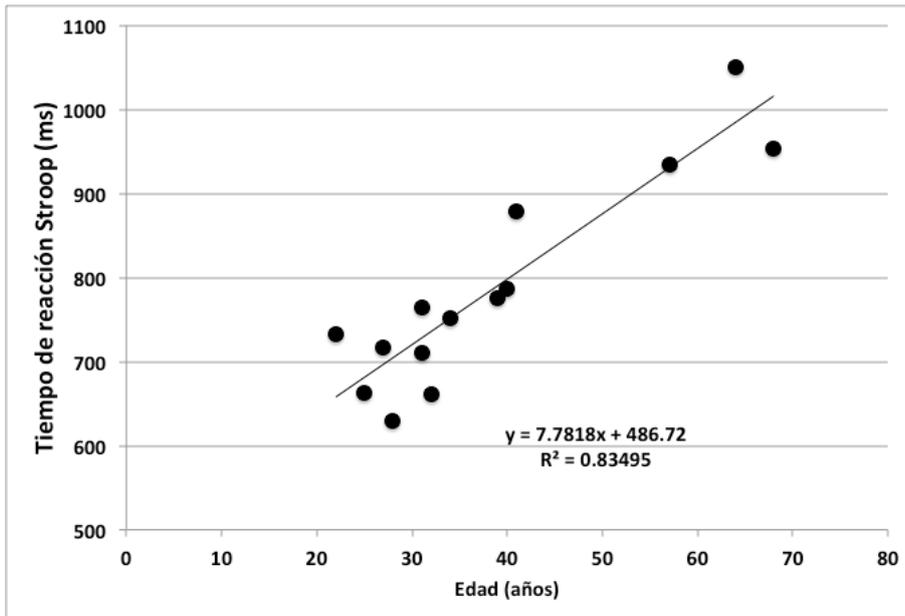


Fig. 9 Correlación del tiempo de reacción de Stroop con la edad durante PPM

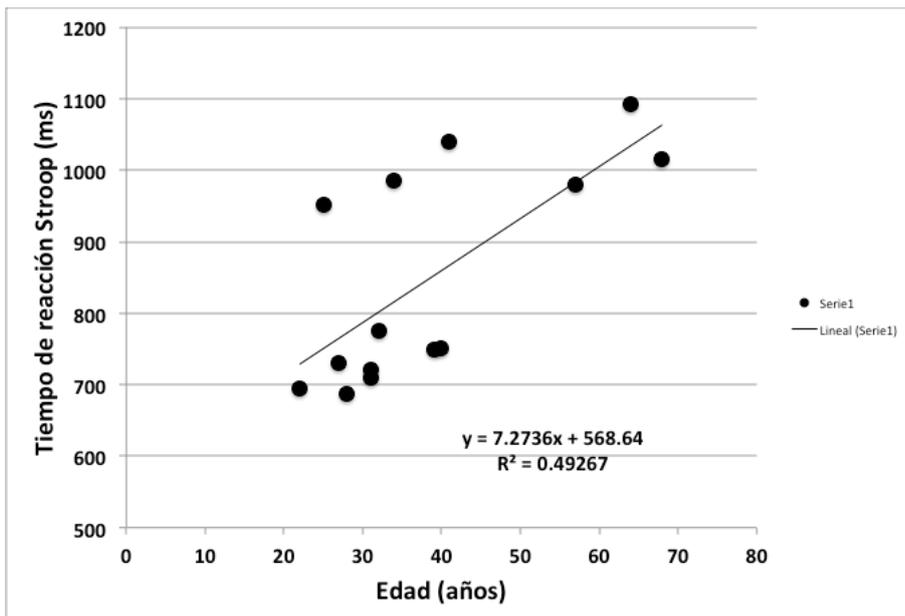


Fig. 10 Correlación del tiempo de reacción de Stroop con la edad durante PPV

## 4.4. Cubo de Necker

Se registraron los tiempos transcurridos entre los cambios de orientación del cubo, percibidos por los participantes. El análisis de dichos tiempos se realizó de la misma manera que el de los tiempos de reacción.

El primer grupo inició en PPM con tiempos de cambio  $4.56 \pm 0.99$  s y el segundo grupo inicio en PPV con tiempos de cambio  $5.22 \pm 1.33$  s (media  $\pm$  ee). La figura 11 muestra los cambios al pasar los grupos al PPV y PPM, respectivamente; también se anotan los resultados de los análisis estadísticos correspondientes.

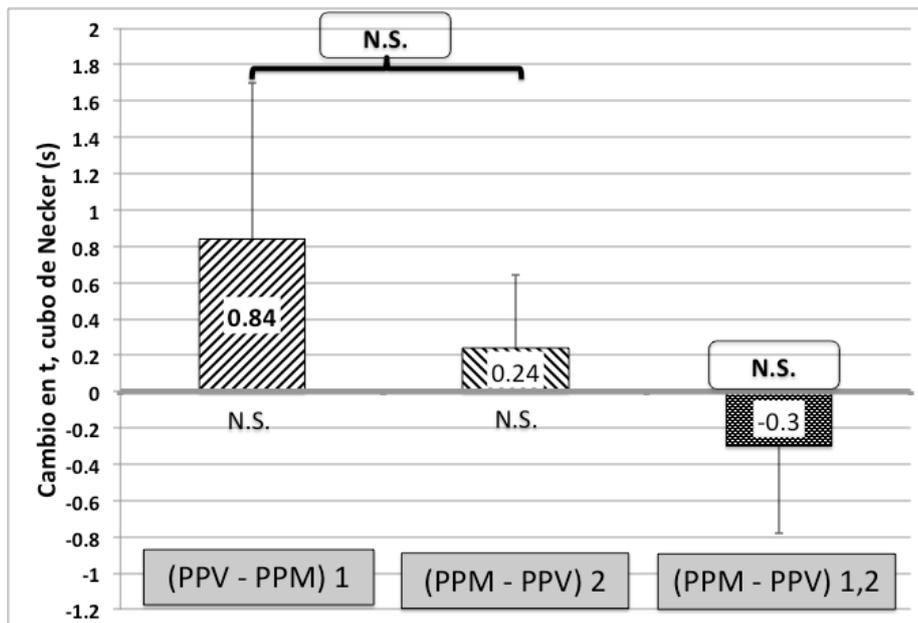


Fig. 11. Cambios en los tiempos de percepción de cambio de orientación del cubo de Necker (media  $\pm$  ee) y significancia de los mismos al pasar: el primer grupo de PPM a PPV [(PPV-PPM)1], el segundo grupo de PPV a PPM [(PPM-PPV)2] y ambos grupos de PPV a PPM [(PPM-PPV)1,2]. Pruebas Wilcoxon-Mann-Whitney, bilaterales,  $\alpha=0.05$ .

## 4.5. Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca

Se presentan enseguida los cambios en LF/HF, LFn, RMSSD y pNN50 al pasar el primer grupo de PPM a PPV y el segundo de PPV a PPM, durante la evaluación del tiempo de reacción simple, así como también se anotan los resultados de los análisis estadísticos correspondientes.

La tabla 1 muestra los valores (media  $\pm$  ee) de los indicadores de variabilidad de la frecuencia cardíaca ya mencionados con los que iniciaron el primer grupo en PPM (PPM1) y el segundo grupo en PPV (PPV2). Las figuras 12 a 15 muestran los cambios respectivos.

	LF/HF	LFn	RMSSD (ms)	pNN50
PPM1	1.29 $\pm$ 0.36	0.51 $\pm$ 0.06	42.4 $\pm$ 6.9	0.13 $\pm$ 0.04
PPV2	1.82 $\pm$ 0.51	0.58 $\pm$ 0.07	36.5 $\pm$ 6.4	0.09 $\pm$ 0.03

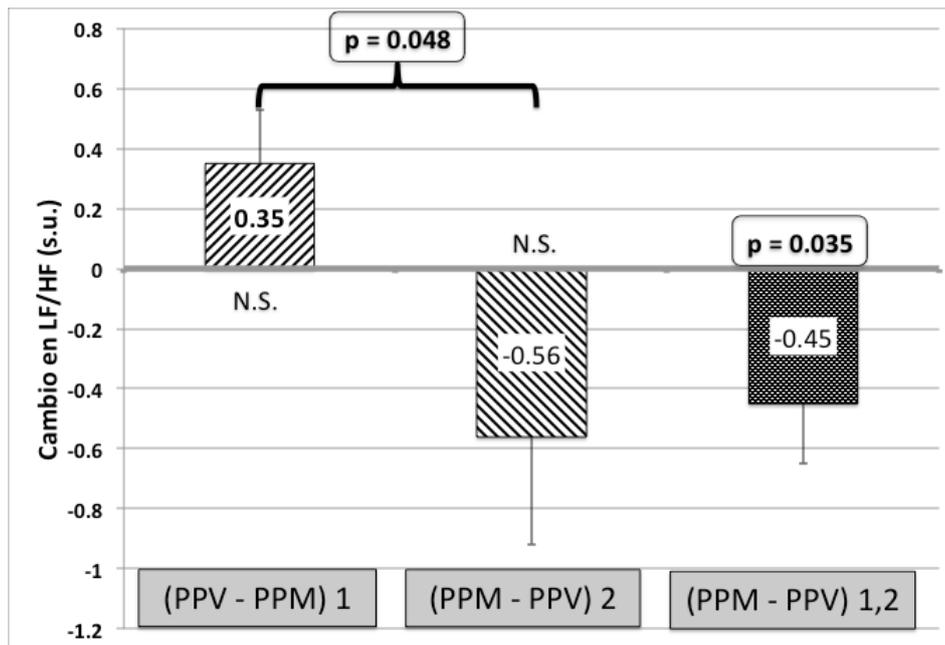


Fig. 12. Cambios en LF/HF, (media  $\pm$  ee) y significancia de los mismos al pasar: el primer grupo de PPM a PPV [(PPV-PPM)1], el segundo grupo de PPV a PPM [(PPM-PPV)2] y ambos grupos de PPV a PPM [(PPM-PPV)1,2]. Pruebas Wilcoxon-Mann-Whitney, bilaterales,  $\alpha=0.05$ .

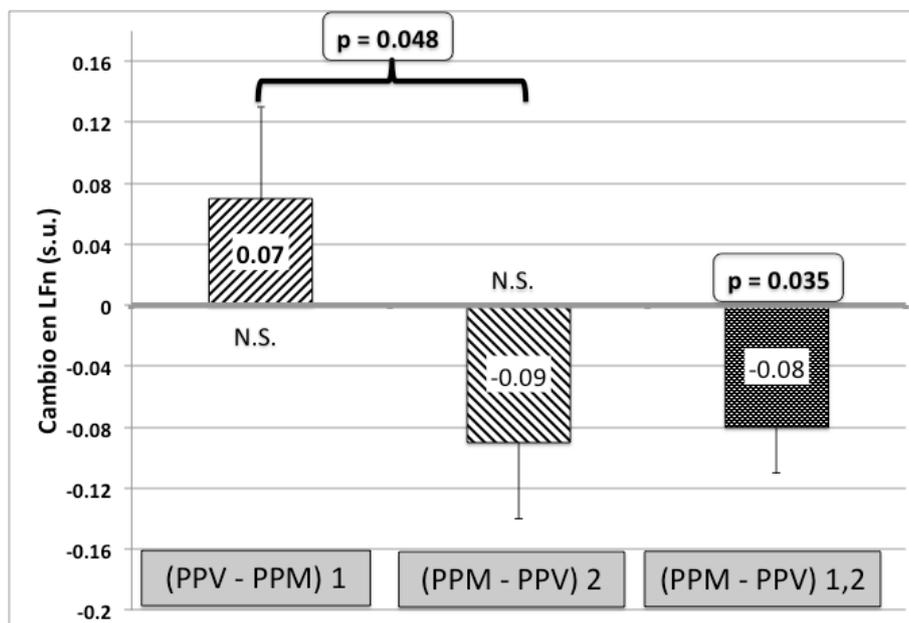


Fig. 13 Cambios en LFn, (media  $\pm$  ee) y significancia de los mismos al pasar: el primer grupo de PPM a PPV [(PPV-PPM)1], el segundo grupo de PPV a PPM [(PPM-PPV)2] y ambos grupos de PPV a PPM [(PPM-PPV)1,2]. Pruebas Wilcoxon-Mann-Whitney, bilaterales,  $\alpha=0.05$ .

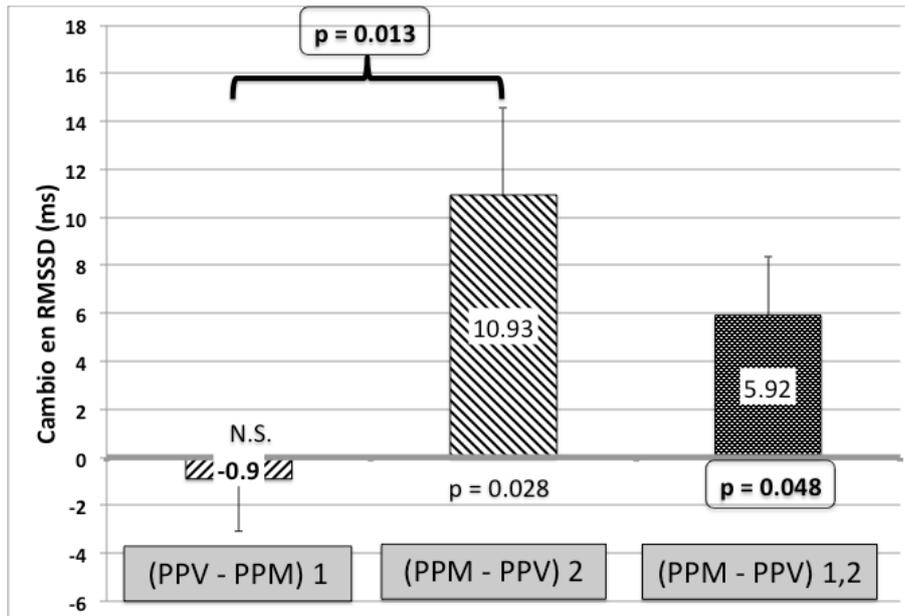


Fig. 14 Cambios en RMSDD, (media  $\pm$  ee) y significancia de los mismos al pasar: el primer grupo de PPM a PPV [(PPV-PPM)1], el segundo grupo de PPV a PPM [(PPM-PPV)2 y ambos grupos de PPV a PPM [(PPM-PPV)1,2]. Pruebas Wilcoxon-Mann-Whitney, bilaterales,  $\alpha=0.05$ .

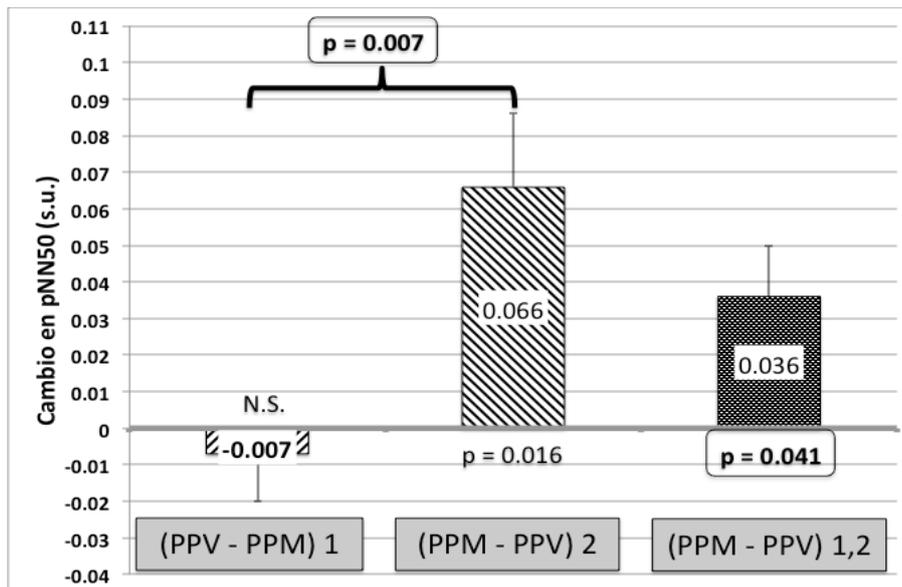


Fig. 15. Cambios en pNN50, (media  $\pm$  ee) y significancia de los mismos al pasar: el primer grupo de PPM a PPV [(PPV-PPM)1], el segundo grupo de PPV a PPM [(PPM-PPV)2 y ambos grupos de PPV a PPM [(PPM-PPV)1,2]. Pruebas Wilcoxon-Mann-Whitney, bilaterales,  $\alpha=0.05$ .

# CAPÍTULO 5

## Discusión y Conclusiones

### 5.1 Tiempo de reacción simple

Como se puede apreciar en la fig 3, el tiempo de reacción simple tiende a incrementarse al pasar el primer grupo del periodo post-meditación al periodo post-video y a disminuir al pasar el segundo grupo del periodo post-video al periodo post-meditación, con significancia estadística en el primer caso y sin significancia estadística en el segundo caso.

Al comparar los cambios en ambos grupos, se obtiene una diferencia significativa, lo que permite atribuir a la meditación una reducción en los tiempos de reacción simple, este resultado se ve confirmado al comparar el tiempo de reacción en el periodo post-meditación con el tiempo de reacción en el periodo post-video para todos los sujetos, independientemente de que la mitad de ellos inicio con el periodo post-meditación y la otra mitad con el periodo post-video, obteniéndose una diferencia significativa. La reducción estimada del tiempo de reacción es de 20.5 ms, con un IC 95% que va desde 5.3 a 35.7 ms.

En la correlación del tiempo de reacción simple con la edad (figuras 4 y 5), se observan dos tendencias: para los participantes de menos de 50 años el tiempo de reacción se incrementa con la edad mientras que para los 3 participantes con más de 50 años de edad el tiempo de reacción parece

disminuir con la edad. Estas dos tendencias hacen que el ajuste global sea mejor mediante una ecuación cuadrática.

El aumento del tiempo de reacción al incrementarse la edad coincide con resultados ya reportados y puede ser explicado por el envejecimiento natural del cerebro que ocurre a partir de los 20's afectando todas las funciones corporales. El comportamiento inverso observado para el grupo con edades mayores a 50 años podría ser explicado por efectos acumulados positivos de la meditación. La literatura reporta que existe una mayor preservación de las estructuras cerebrales en practicantes de meditación a largo plazo.

Por otra parte, el que se obtenga un mejor ajuste en el periodo post-meditación, en comparación con el periodo post-video, puede reflejar una mejor estabilidad de la atención durante el periodo post-meditación, lo que implicaría una menor dispersión de resultados.

## **5.2. Tiempo de reacción en la prueba de Stroop**

Antes de evaluar los tiempos de reacción en la prueba de Stroop (identificación de nombres de colores con letras en un color diferente al que se refiere el nombre), se llevó a cabo una primera fase del ensayo donde el participante tenía que identificar el nombre del color cuando el color de las letras coincidía con el nombre y presionar la tecla (una de cuatro) correspondiente al mismo, a este tiempo de reacción lo denominamos "tiempo de reacción complejo", en contraste con el tiempo de reacción simple evaluado en la prueba anterior.

Como era de esperarse, el tiempo de reacción complejo es mayor que el tiempo de reacción simple, aproximadamente el doble, según se aprecia en la fig 6. Este resultado es explicable porque el cerebro tiene que realizar la toma de decisiones correspondiente.

De igual manera, al pasar de las pruebas de tiempo de reacción complejo a las pruebas de tiempo de reacción de Stroop, nuevamente se observa un incremento en los tiempos de reacción (Fig 7). Esto se debe a que el cerebro tiene que procesar tanto la información de la palabra escrita como la información del color no concordante en que se escriben las letras, lo que requiere de estructuras comunes del cerebro y obliga a realizar el proceso en serie y no en paralelo. Nuestro resultado confirma que estamos observando un "efecto Stroop".

En el análisis de los tiempos de reacción de la prueba de stroop se obtienen resultados similares a los encontrados para el tiempo de reacción simple. Al comparar los cambios en ambos grupos se observa una disminución ( $p=0.048$ ) del tiempo de reacción atribuible a la meditación. De igual manera el resultado se ve confirmado al comparar el tiempo de reacción en el periodo post-meditación con el tiempo de reacción en el periodo post-video en todos los sujetos, independientemente de que la mitad de ellos inicio con el periodo post-meditación y la otra mitad con el periodo post-video, obteniéndose una diferencia significativa ( $p=0.041$ ). La reducción estimada del tiempo de reacción es de 62.4 ms, con un IC 95% que va desde 3.1 a 121.6 ms.

Al correlacionar los tiempos de reacción de Stroop con la edad se obtiene una tendencia lineal, nuevamente con una mejor correlación en el periodo post-meditación, al comparar con el periodo post-video, que vuelve a sugerir una

mayor estabilidad de la atención durante el periodo post-meditación. No se observa el efecto de los participantes mayores de 50 años, quizás porque el mayor requerimiento de procesamiento de información sobrepasa los posibles beneficios adquiridos para responder al tiempo de reacción simple.

### **5.3. Cubo de Necker**

La comparación de tiempos transcurridos entre los cambios de orientación del cubo percibidos por los participantes no muestra ninguna diferencia respecto al periodo post-meditación y al periodo post-video (Fig 11), por lo que no se puede atribuir alguna influencia de la meditación sobre este parámetro en el estudio realizado.

### **5.4. Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca**

Se presenta enseguida el análisis de los indicadores de variabilidad de la frecuencia cardíaca obtenidos durante la prueba de tiempo de reacción simple, considerando que esta prueba se realizó inmediatamente después de un periodo inicial de reposo, siendo capaz así de proporcionar información sobre la activación del sistema nervioso autónomo ante una prueba de atención

Es conveniente recordar la evidencia que se tiene respecto a la asociación de indicadores de VFC con actividad autonómica.

- Con actividad parasimpática se asocian pNN50, RMSSD y HF
- Con actividad simpática se asocia a LF, aunque es de señalar que este indicador se ve afectado tanto por cambios en actividad simpática como parasimpática. Tanto LF como HF disminuyen al incrementarse la FC. Es

por ello que se construyen los indicadores LF/HF y  $LFn=LF/(LF+HF)$ , que han resultado mejor correlacionados con actividad simpática.

- SDNN y TP se asocian con actividad autonómica total, sin distinguir la contribución simpática de la parasimpática.

Por lo anterior, nuestro análisis se enfoca a pNN50 y RMSSD como indicadores de actividad parasimpática, así como a LF/HF y LFn como indicadores de actividad simpática.

De acuerdo a los resultados mostrados en las figuras 12 y 13, los indicadores LF/HF y LFn muestran igual comportamiento: tendencia a incrementarse al pasar del periodo post-meditación al periodo post-video y a disminuir al pasar del periodo post-video al periodo post-meditación. La comparación de estos cambios arroja una diferencia significativa que da cuenta de una menor actividad simpática durante el periodo post-meditación. Este resultado se ve confirmado al comparar estos indicadores durante el periodo post-meditación y el periodo post-video en todos los sujetos, independientemente de que la mitad de ellos inicio con el periodo post-meditación y la otra mitad con el periodo post-video, obteniéndose una diferencia significativa.

Los resultados que se observan en las figuras 14 y 15 muestran que los indicadores RMSSD y pNN50 siguen el mismo comportamiento: tendencia a disminuir al pasar del periodo post-meditación al periodo post-video y un incremento significativo al pasar del periodo post-video al periodo post-meditación. La comparación de estos cambios arroja una diferencia significativa que da cuenta de una mayor actividad parasimpática durante el periodo post-meditación. Este resultado se ve confirmado al comparar estos indicadores durante el periodo post-meditación y el periodo post-video en todos los sujetos, independientemente de que la mitad de ellos inicio con el periodo post-

meditación y la otra mitad con el periodo post-video, obteniéndose una diferencia significativa.

## **5.5. Resumen de Conclusiones Generales**

El análisis de los resultados encontrados en el presente trabajo permiten concluir que la práctica de meditación se encuentra asociada con:

- Disminución del tiempo de reacción simple,
- Disminución del tiempo de reacción en pruebas de Stroop
- Menor activación simpática en pruebas de atención
- Mayor actividad parasimpática en pruebas de atención

La correlación de la edad con el tiempo de reacción es un indicador del deterioro de las estructuras y funciones cerebrales al paso del tiempo. En el caso del tiempo de reacción simple, el ajuste cuadrático sugiere una mejora permanente en el tiempo de reacción simple para los practicantes de mayor edad; sin embargo, la correlación lineal en las pruebas de Stroop indica una velocidad de deterioro constante para todo el rango de edad evaluado. Por otra parte, la obtención de mejores coeficientes de correlación en los periodos post meditativos puede considerarse un indicador de una mejor atención durante las pruebas.

La práctica de meditación propicia una menor respuesta de estrés (reflejada en la disminución de actividad simpática y aumento de actividad parasimpática), un incremento de la capacidad de atención del practicante (reflejado por la disminución del tiempo de reacción simple) y un procesamiento más eficiente de funciones complejas a nivel cerebral (reflejado por la disminución del tiempo de reacción en la prueba de Stroop).

# Anexo 1

## La práctica.

Siéntase cómodo. Permanezca quieto. Manténgase vigilante. Estas tres condiciones corporales se deben de mantener en todas las sesiones de meditación. Una vez que su cuerpo haya asumido estas tres condiciones, respire suave y profundamente por tres veces, inhalando y exhalando por la nariz. Simultáneamente, deje que su atención inunde todo su cuerpo, sintiendo cualquier sensación que aflore en relación con la respiración, como si estuviera recibiendo un suave masaje desde el interior.

Ahora vuelva a respirar de forma natural. Continúe respirando por la nariz, percibiendo las sensaciones de la respiración cuando las note en el cuerpo. Observe el ciclo entero de la inhalación y exhalación, advirtiéndole si es larga o corta, profunda o superficial, rápida o lenta. No imponga ningún ritmo a la respiración. Permanezca atento a ella pero sin querer influir, sin ni siquiera dar preferencia a un tipo u otro de respiración, y no dé por supuesto que una respiración rítmica es mejor que una irregular. Deje que su cuerpo respire como si estuviera profundamente dormido, pero plenamente vigilante.

Los pensamientos le asaltarán involuntariamente, y quizás los ruidos u otros estímulos del entorno distraigan su atención. Cuando note que se ha distraído, en lugar de contraerse y obligar a su atención a centrarse de nuevo en la respiración, deje sencillamente que los pensamientos y distracciones se alejen. Con cada exhalación, relaje el cuerpo, suelte los pensamientos extraños y deje que su atención vuelva a fijarse agradablemente en el cuerpo. Cuando vea que su

mente se ha dispersado, no se preocupe. Alégrese de haberse dado cuenta de la distracción y vuelva suavemente a la respiración.

Contraataque una y otra vez la agitación y las turbulencias de la mente relajándose más profundamente, sin contraer el cuerpo o la mente. Si aparece tensión en los hombros, la cara o los ojos, déjela ir. Con cada exhalación, suelte los pensamientos involuntarios como si fueran hojas secas arrastradas por una suave brisa. Relájese profundamente con el transcurso de cada exhalación y siga relajado mientras la próxima respiración llega sin esfuerzo alguno, con la suavidad de la marea. Respire de esta forma, sin esfuerzo, hasta que sienta que todo el entorno respira en su cuerpo.

Continúe practicando durante veinticuatro minutos, después salga conscientemente de la meditación y reintégrese al mundo que le rodea.

Tomado de:

B. Alan Wallace. El poder de la meditación para alcanzar el equilibrio. Ediciones Oniro. 2010. Impreso en España. (pp 36-37)

## Referencias

1. Dr. Fernando Quiroz Gutierrez (2000), Tratado de Anatomía Humana, trigésimo séptima edición, Editorial Purrua, p. 486 - 501
2. Luis Palacios Raufast, Josefina Blasco Mínguez, Teresa Pagés Costas Vicente Alfaro González (2006), Fisiología, Edicions Universitat Barcelona, p. 56
3. Luis Palacios Raufast, Josefina Blasco Mínguez, Teresa Pagés Costas Vicente Alfaro González (2005), Fisiología animal, Edicions Universitat Barcelona, p.47-48; ISBN 84-475-3010-8
4. Barash, The autonomic nervous system. Clinical Anesthesia. Chapter 12.
5. Berne, RM and Levy, MN, Physiology, 4th ed., Mosby, American Psychiatric Press, Washington, DC (1994). ... 51–70
6. Jonhatan Moss Cheryl. L Renz, The autonomic nervous system. Miller. Chapter 14.
7. Landsberg L, Young J. Fisiología y farmacología del sistema nervioso autónomo. En: Isselbacher K, Braunwald E, Wilson J D, Martin J, Fauci A, Kasper D, ed. Principios de medicina interna. 13ª ed. España: Interamericana-Mc Graw-Hill, (1994): vol 1: 481-497
8. Thayer JF, Ahs F, Fredrikson M, Solleres JJ, Wager TD. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 36(2):747-756.
9. Vanderlei LC, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. (2009). Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular. 24(2):205-217.

10. Cheema BS, Marshall PW, Chang D, Colagiuri B, Machliss B. (2011). Effect of an office worksite-based yoga program on heart rate variability: A randomized controlled trial. *BioMed Central Public Health*. 11(578):1-5.
11. Tonello L, European Society of Cardiology and The North America Society of Pacing and Electrophysiology. (1996), et al, (2014)
12. Antila K (1979). Quantitative characterizatio of heart rate during exercise. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 153 (Suppl): 13-58
13. Task Force of the European Society of Cardiology of the North American Society of Pacing Electrophysiology (1996). Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93: 1043-1065
14. Goldstein DS. Adrenal responses to stress. (2010). *Cellular and Molecular Neurobiology*. 30(8):1433-1440.
15. Neylan TC. (1998). Hans Selye and the Field of Stress Research. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*. 10(2):230.
16. Guyton AC. (1994). Mecanismos de conducta y motivación del encéfalo. Sistema límbico e hipotálamo. En AC. Guyton. *Anatomía y fisiología del Sistema Nervioso*. Neuroencia Básica. Editorial Panamericana. 2 ed. Argentina. p. 301-303.
17. Moreno-Smith M, Lutgendorf SK, Sood AK. (2010). Impact of Stress on cancer metastasis. *Future Oncology*. 6(12):1863-1881.
18. Radley JJ, Kabbaj M, Jacobson L, Heydendael W, Yehuda R, Herman JP. (2011). Stress risk factors and stress-related pathology: neuroplasticity, epigenetics and endophenotypes. *Stress*. 14(5):481-497.
19. García-Bueno B, Leza JC. (2008). Mecanismos inflamatorios antiinflamatorios en el cerebro tras la exposición a estrés. *Revista de Neurología*. 46(11):675-683)

20. Tortora GJ, Derrickson B. (2007). El Sistema Nervioso Autónomo. En GJ. Tortora, B. Derrickson. Principios de Anatomía y Fisiología. Editorial Panamericana. 11 edición. p. 535-539.
21. Piazza JR, Almeida DM, Dmitrieva NO, Klein LC. (2010). Frontiers in the Use of Biomarkers of Health in Research on Stress in Aging. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 65B (5): 513-525.
22. Radley JJ, Kabbaj M, Jacobson L, Heydendael W, Yehuda R, Herman JP. (2011). Stress risk factors and stress-related pathology: neuroplasticity, epigenetics and endophenotypes. *Stress*. 14(5):481-497.
23. Ramos A, Mermede P. (1998). Stress and emotionality a multidimensional and Biobehavioral Reviews. 22(1):33-57.
24. Moreno-Smith M, Lutgendorf SK, Sood AK. (2010). Impact of Stress on cancer metastasis. *Future Oncology*. 6(12):1863-1881.
25. Silverman MN, Sternberg EM. (2012). Glucocorticoid regulation of inflammation and its behavioral and metabolic correlates: from HPA axis to glucocorticoid receptor dysfunction. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1261:55-63.
26. Kiecolt-Glaser JK, Peacher KJ, MacCollum RC, Atkinson C, Malarkey WB, Glaser R. (2003). Chronic stress and age-related increases in the proinflammatory cytokine IL-6. *Proceeding of the National Academy of Sciences of Sciences of the United States of America*. 100(15):9091-9095.
27. Marshall GD. (2011). The Adverse effects of Psychological Stress on immunoregulatory Balance. *Applications to Human Inflammatory Diseases. Immunology and Allergy Clinics of North America*. 3(1):133-140.
28. Hettiarachchi M, Fonseka CL, Gunasekara P, Jayasinghe P, Maduranga D. (2014). How does the quality of life and the underlying biochemical indicators correlate with the performance in academic examinations in a group of medical students of Sri Lanka?. *Medical Education Online*. 19:1-6.

29. Epel E, Daubermier J, Moskowitz JT, Folkman S, Blackburn E. (2009). Can meditation slow rate of cellular aging? Cognitive stress, mindfulness and telomeres. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1172:34-53.
30. Popoli M, Yan Z, McEwen B, Sanacora G. (2011). The stressed synapse: the impact of stress and glucocorticoids on glutamate transmission. *Nature Reviews Neuroscience*. 13(1):22-37
31. Comments on the classic Henry and Rogers (1960) paper on its 50th anniversary: resolving the issue of simple versus choice reaction time. Klapp, Stuart T. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 2010 81(1): 108-113.
32. S. W. MacDonald and R. A. Dixon. (2002) Variability in reaction time performance of younger and older adults. Hultsch, D. F. *The Journals of Gerontology, Series B* 57(2): 101.
33. José Antonio López-Villalobos, Isabel Serrano-Pintado, Jesús María Andrés-De Llano, Juan Delgado Sánchez-Mateos, Susana Alberola-López, María Isabel Sánchez-Azón. *Rev Neurol* (2010), Utilidad del test de Stroop en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad; 50 (6): 333-340
34. A. Estévez-González a, C. García-Sánchez b, C. Junqué a La atención: una compleja función cerebral.; *REV NEUROL* 1997; 25 (148): 1989-1997
35. Selye H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*. 138:32.
36. Radley JJ, Kabbaj M, Jacobson L, Heydendael W, Yehuda R, Herman JP. (2011). Stress risk factors and stress-related pathology: neuroplasticity, epigenetics and endophenotypes. *Stress*. 14(5):481-497.
37. John Ridley (1935). Stroop, "Studies of interference in serial verbal reactions". *Journal of Experimental Psychology* 18 (6): 643–662. doi:10.1037/h0054651. Retrieved 2008-10-08.
38. Rueda, M.R., Tudela, P. y Lupiáñez, J. (2000). Efecto de la facilitación semántica en la tarea Stroop. Implicaciones para el estudio del control atencional. *Psicothema*, 12 (2), 216 – 222

39. Salgado, Román, F., Sánchez, J.P., López, F., Bargalló, N., Falcón, C., Ramírez, B., Caldú, X. y Martínez, J. (2003). Activación cerebral durante el test de Stroop en una caso de lesión cerebral focal temprana. *Revista de Neurología*, 36 (4), 343 – 346
40. Gruber, S.A., Rogowska, J., Holcomb, P., Soraci, S. y Yurgelun, D. (2002). Stroop Performance in Normal Control Subjects: An Fmri Study, *NeuroImage*, 16 (2), 349 – 360.
41. Snyder, A. Z., Abdullaev, Y. G., Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1995). Scalp electrical potentials reflect regional cerebral blood flow responses during processing of written words. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 92, 1689–1693
42. Raichle, M. E., Fiez, J. A., Videen, T. O., MacLeod, A. K., Pardo, J. V.,
43. Fox, P. T., and Petersen, S. E. (1994). Practice-related changes in human brain functional anatomy during nonmotor learning. *Cereb. Cortex* 4:8–26.
44. Baddeley, A.D., Gathercole, S.E. & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158–173.
45. Kane, M. J. & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: the contributions of goal neglect, response competition, and task set to stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 47-70.
46. Genes contribute to the switching dynamics of bistable perception; *Journal of Vision* (2011) 11(3):8, 1–7
47. Blake R., Logothetis N.K. (January 2002). "Visual competition". *Nat. Rev. Neurosci.* 3 (1): 13–21. doi:10.1038/nrn701. PMID 11823801
48. Paffen, Alais, & Verstraten, *Psychol Sci.* 2006 Sep;17(9):752-6. Attention speeds binocular rivalry.
49. Carter O.L., Pettigrew J.D., Hasler F. et al. (June 2005). "Modulating the rate and rhythmicity of perceptual rivalry alternations with the mixed 5-HT<sub>2A</sub> and 5-HT<sub>1A</sub> agonist psilocybin". *Neuropsychopharmacology* 30 (6): 1154–62.

doi:10.1038/sj.npp.1300621. PMID 15688092. — Effects of psilocybin on binocular rivalry.

50. Yoshimura S, Okamoto Y, Yoshino A, Kobayakawa M, Machino A, Yamawaki S. (2014) Neural Basis of Anticipatory Anxiety Reappraisals. *Plos One*. 9(7):e102836.

51. R. Duncan Luce. *Response Times: Their Role in Inferring Elementary Mental Organization*. New York: Oxford University Press, 1986. 562 pp.

52. Lutz A, Slagter HA, Dunne JD, Davidson RJ. (2008). Attention regulation and monitoring in meditation. *Trends in Cognitive Sciences*. 12:163–169.

53. Zeidan F, Martucci MT, Kraft RA, Gordon NS, HcHaffie JG, Coghill RC. (2011). Brain Mechanisms Supporting the Modulation of Pain by Mindfulness Meditation. *The Journal of Neuroscience*. 31(14):5540-5548.

54. Amihai I, Kozhevnikov M. (2014). Arousal vs. Relaxation: A Comparison of the Neurophysiological and Cognitive Correlates of Vajrayana and Theravada. *Meditative Practices*. 9(7): e102990.

55. Leahy RL. Introduction: Fundamentals of cognitive therapy. (2000). En: RL Leahy. *Practicing cognitive therapy: A guide to interventions*. Jason Aronson Publishing. p. 1-11

56. Epel E, Daubermier J, Moskowitz JT, Folkman S, Blackburn E. (2009). Can meditation slow rate of cellular aging? Cognitive stress, mindfulness and telomeres. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1172:34-53.

57. Grossman P, Niemann L, Schmidt S, Walach H. (2004). Mindfulness-based stress reduction and health benefits a meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*. 57(1):34-43.

58. Roberts-Wolfe D, Sacchet MD, Hasting E, Roth H, Britton W. (2012). Mindfulness Training Alters Emotional Memory Recall Compared to Active Controls: Support for an Emotional Information Processing Model of Mindfulness. *Frontiers in Human Neuroscience*. 6(15):1-13.

59. Bond AR, Mason HF, Lemaster CM, Shaw SE, Mullin CS, Holick EA, Saper RB. (2013). Embodied health: the effects of a mind-body course for medical students. *Medical Education Online*. 18:1-8. s

60. Benson H. (1975). *The relaxation response*. New York, U.S.A. Hyper Collins. p. 240.

61. <http://fac.ppw.kuleuven.be/clep/affect4/index2.php?url=home.html>

62. <http://www.autoitscript.com/>