



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Medicina  
Departamento de Estudios Avanzados  
Maestría en Ciencias de la Salud

**“Funciones ejecutivas y electroencefalograma cuantitativo en  
adultas mayores con deterioro cognitivo leve”**

## **TESIS**

Que para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias de la Salud

Presenta:

Lic en Psic Sarai Ivonne Aguilar Gutierrez

Comité de Tutores

Directora: Dra. Gloria Adelina Otero Ojeda

Co-directora: Dra. María del Sagrario López Meza

Asesor: Dr. Mario Arturo Rodríguez Camacho

Toluca, Estado de México

2022

## INDICE

		No. página
	Resumen	3
	Summary	4
1.	Antecedentes	5
	1.1. <i>Deterioro Cognitivo Leve</i>	5
	1.2. <i>Electroencefalograma Tradicional</i>	7
	1.3. <i>Análisis cuantitativo del Electroencefalograma</i>	10
	1.4. <i>EEG en el envejecimiento saludable</i>	11
	1.5. <i>qEEG en el envejecimiento saludable</i>	13
	1.6. <i>qEEG y deterioro cognitivo leve</i>	15
	1.7. <i>Funciones Ejecutivas</i>	18
	1.8. <i>Funciones Ejecutivas y DCL</i>	21
2.	Planteamiento del Problema	25
3.	Hipótesis	26
4.	Objetivos	27
5.	Justificación	28
6.	Material y Métodos	29
	6.1. Diseño de estudio	29
	6.2. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación	29
	6.3. Procedimientos	30
	6.4. Variables de Estudio	31
	6.5. Implicaciones Bioéticas	35
	6.6. Recolección de Datos	35
	6.7. Análisis Estadístico	35
7.	Resultados	36
	7.1 Carta de envío	36
	7.2 Resumen del artículo	36
8.	Discusión	37
9.	Conclusión	38
10.	Referencias	39
11.	Anexos	46

**Resumen:**

El deterioro cognitivo leve (DCL) puede formar parte de los procesos de deterioro que acompañan el envejecimiento, aunque también puede ser prodrómica a la enfermedad de Alzheimer (EA). Las personas que padecen DCL muestran una vida relativamente normal, es decir su vida no se ve afectada de manera significativa, al menos antes de que el DCL progrese a EA. Se ha planteado que el electroencefalograma debido a su bajo costo puede ser una técnica de diagnóstico de DCL accesible a la población mexicana. Las características de los ritmos de frecuencia de EEG en pacientes con DCL son un incremento del poder de theta (3.5-7.5 Hz) y delta (0-3 Hz) mientras que los ritmos Alpha (8-13.5 Hz) y beta (14 -30 Hz) muestran un poder disminuido en las regiones posteriores. Se llevó a cabo un EEG en estado de reposo con ojos cerrados a 11 adultas mayores, y se les aplicaron las evaluaciones de la prueba Neuropsi. Los resultados evidenciaron una correlación significativa entre la potencia relativa (PR) alfa en T5 y atención y funciones ejecutivas; correlación significativa entre PR beta en O1 y atención y funciones ejecutivas; PR beta en Fz y atención y memoria. Se ha visto que el incremento del poder de theta es alto en pacientes que convierten de DCL a EA y ese poder aumentado de theta combinado o no con la coherencia en los EEG es un factor que predice la progresión de MCI a AD En los adultos mayores es importante tener un envejecimiento saludable que les permita vivir esta etapa de su vida en bienestar. Por lo que en el presente trabajo se hipotetiza que a mayor grado de déficit en funciones ejecutivas mayor será la actividad de las bandas lentas de frecuencia en el electroencefalograma.

**Abstract**

Mild cognitive impairment (MCI) is a prodromal syndrome of Alzheimer's Disease (AD), people with MCI live relatively normally, and the MCI does not significantly affect their life. The electroencephalogram (EEG) technique is low-cost and could be a great diagnosis technique for the Mexican population. The EEG rhythms in MCI patients have shown an increment of theta power (3.5-7.5 Hz) and delta power (0-3 Hz) while the alpha rhythms (8-13.5 Hz) and beta (14 -30 Hz) are decreased on posterior areas. For every participant, we made an EEG in a resting state with eyes close. We evaluated executive functions using Neuropsi. Our results have shown a significant correlation between alpha relative power and attention and executive functions in T5 derivation. A significant correlation was shown between beta relative power and attention and executive functions in O1 also, in T5 the beta relative power showed a significant correlation with memory and attention. It has been seen that theta power increment is higher in MCI patients that quickly progress to AD and that increment of theta power combined or not with EEG coherence is a factor that predicts the progression of MCI to AD. To live healthy aging is important to the well-being of elderly people. We hypothesized that there will be a deficit in executive functions of elderly people with MCI and their EEG will show an increment of the low-frequency bands.

## 1. Antecedentes

### 1.1 Deterioro Cognitivo Leve

El envejecimiento se caracteriza por cambios en las funciones cognitivas, así como en la función cerebral <sup>1</sup>. Algunos de estos cambios comprenden deficiencias en de memoria, la velocidad del pensamiento, el razonamiento y las funciones ejecutivas, siendo su origen la atrofia de algunas regiones cerebrales especialmente la corteza prefrontal y los lóbulos temporales mediales <sup>2</sup>.

Estos cambios que se presentan durante el envejecimiento, no se muestran con la misma intensidad en todos los individuos <sup>3</sup>. En algunos sujetos las funciones ejecutivas se deterioran de manera rápida mientras que en otros sujetos estas funciones permanecen un tanto preservadas, lo que se conoce como envejecimiento saludable <sup>4</sup>.

Actualmente se ha incrementado el estudio de las posibles alteraciones cognitivas que suelen manifestarse en adultos mayores.

Las alteraciones en el plano de la cognición que aparecen con el envejecimiento pueden manifestar diferencias entre individuos que destacan la presencia de una interrelación compleja entre factores genéticos y ambientales. Dichos factores podrían estar mediados por mecanismos que interactúan entre sí: reserva cognitiva, mantenimiento y compensación <sup>4</sup>. Los mecanismos de reserva y mantenimiento son procesos de plasticidad que crean, reponen y reparan recursos neuronales que contrarrestan los procesos de declive neural relacionado al envejecimiento (degradación de la sustancia blanca, atrofia cerebral y pérdida sináptica) <sup>5</sup>.

Por otra parte, el mecanismo de compensación ha sido relacionado con las demandas cognitivas aumentadas debido a que los efectos combinados de la dificultad de una tarea y el deterioro cognitivo relacionado al envejecimiento tiende a disminuir reclutando recursos neuronales adicionales <sup>5</sup>.

La Asociación Americana de Psiquiatría <sup>6</sup> ha presentado una propuesta que esquematiza los posibles síndromes que se presentan con el envejecimiento cognitivo (Figura 1).



Figura 1. Síndromes relacionados al envejecimiento cognitivo. Modificado de Am Psychol. Healthy cognitive aging and dementia prevention. 2016 May doi: 10.1037/a0040250. PMID: 27159433

El envejecimiento con cambios cognitivos normales estará definido como una ligera o sutil pérdida del rendimiento de la función cognitiva cuando no se presenten enfermedades cerebrales <sup>7</sup>; en cuanto al estado preclínico se refiere a la presencia de cambios cerebrales en personas que padecieron enfermedades neurodegenerativas años antes de que muestren manifestaciones conductuales, sin embargo, estos cambios cerebrales "*preclínicos*" pueden explicar un componente significativo de las supuestas disminuciones cognitivas normales asociadas con el envejecimiento <sup>6</sup>.

El deterioro cognitivo relacionado al envejecimiento se refiere a deterioros en los procesos cognitivos que se presentan en el curso del envejecimiento normal <sup>5</sup>.

Se conoce como deterioro cognitivo leve (DCL) al síndrome en el que las deficiencias cognitivas son medibles aun cuando las deficiencias funcionales sean sutiles <sup>7</sup>; mientras que en las demencias tanto las alteraciones de la cognición, así como como el deterioro funcional son severos cuando han sido provocados por diversas enfermedades tales como el Alzheimer, el Parkinson o alguna otra enfermedad cerebrovascular <sup>7</sup>.

El DCL fue descrito por primera vez en 1997 por Petersen y su grupo de colaboradores. El término DCL se utiliza para referirse a un deterioro cognitivo superior al que es observado con la edad, pero que no es suficientemente grave para causar un decremento significativo en la funcionalidad diaria del paciente <sup>8</sup>.

Los procesos cognitivos que suelen verse afectados son el funcionamiento social, el aprendizaje, la memoria, la habilidad visoespacial y el funcionamiento ejecutivo <sup>9,10</sup>.

## **1.2 Electroencefalograma Tradicional**

El electroencefalograma es una técnica auxiliar del diagnóstico y seguimiento del de alteraciones neurológicas que facilita la exploración funcional del sistema nervioso central. Se conoce desde principios del siglo pasado y se mantiene como una herramienta fundamental para el estudio clínico, e investigativo.

El electroencefalograma surge en el transcurso de la tercera década del siglo pasado cuando el psiquiatra y neurólogo alemán Hans Berger realizó por

primera vez un registro de la actividad nerviosa en humanos y acuñó el término electroencefalograma <sup>11</sup>.

Desde entonces el electroencefalograma (EEG), se ha mantenido como uno de los mejores métodos para el registro de la actividad eléctrica generada en la corteza cerebral. El origen del EEG corresponde a los potenciales postsinápticos inhibitorios y excitatorios que actúan sobre las neuronas corticales.

El registro electroencefalográfico se realiza mediante electrodos colocados de acuerdo con el “sistema 10-20” <sup>12</sup> (Figura 2), el cual recibe este nombre porque los electrodos están separados entre sí por 10 o 20% de una distancia determinada (naso-isquion e interauricular).

El EEG puede obtenerse a partir de dos tipos de montajes: “monopolares” o “bipolares”. Los primeros comparan cada electrodo colocado sobre la superficie craneana con un electrodo eléctricamente inerte; por ejemplo, los lóbulos de las orejas, mientras que los segundos comparan la actividad electrocortical entre dos áreas eléctricamente activas sobre cerebro. Con los registros monopulares se obtienen trazados mejores de las ondas, aunque son más sensibles a artefactos, mientras que los bipolares permiten la localización de anomalías con mayor precisión y son menos sensibles a los artefactos <sup>13</sup>.

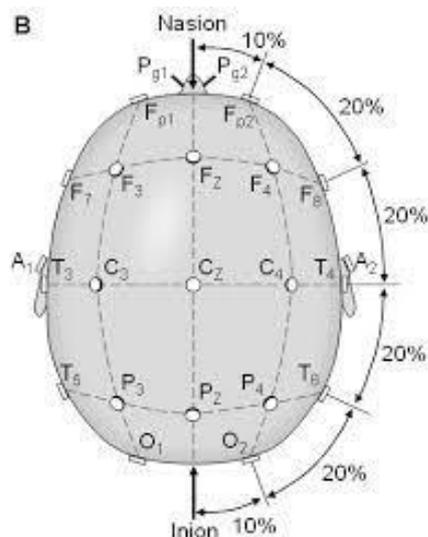


Figura 2. Distribución de electrodos según el Sistema Internacional 10/20

Habitualmente el EEG se realiza en reposo, con ojos cerrados, pero en vigilia desatenta y con los ojos cerrados. La actividad eléctrica cerebral, registrada a través del EEG tiene características de ritmicidad y ha sido clasificada en diferentes ritmos de acuerdo con su frecuencia, topografía y características, a saber:

Delta: 0.5 a 3.5 Hz.

Theta: 4 a 7 Hz.

Alfa: 8 a 13 Hz.

Beta: 15 y 30 Hz.

Gamma: 30 a 90 Hz.

El registro EEG varía notoriamente con la edad. En la medida que el neurodesarrollo avanza, la actividad de base del EEG se va acercando al registro del adulto, es decir, ritmo alfa en áreas posteriores y rápidas en las anteriores.

### 1.3 Análisis Cuantitativo del Electroencefalograma

El EEG puede ser procesado con diferentes métodos matemáticos. El análisis cuantitativo del EEG se efectúa sobre los segmentos de EEG que se seleccionan. Aunque puede procesarse en el dominio del tiempo es más frecuente realizarlo en el dominio de la frecuencia. El procesamiento en el primero implica la selección de un instante en el que se calculan los valores de amplitud de cada canal en el momento seleccionado. Este método permite destacar la distribución del voltaje en el cerebro de eventos paroxísticos.

Por otra parte, en el análisis en el dominio de la frecuencia se aplica la transformada rápida de Fourier en cada uno de los segmentos del EEG que se seleccionaron. Este análisis descompone la señal original en un conjunto de ondas sinusoidales de diferente frecuencia y fase. La primera onda sinusoidal tendrá un período igual a la duración del segmento del EEG seleccionado. Como el período es el inverso de la frecuencia, es decir un período de 2 segundos equivale a  $\frac{1}{2} = 0.5$  Hz. Las siguientes frecuencias serán múltiplos de ésta, que es la frecuencia fundamental; 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, etc. Una vez que se ha descompuesto la señal en estas ondas sinusoidales que tienen una amplitud y una fase características, de acuerdo con las peculiaridades de la señal, se construye el espectro de frecuencias <sup>14</sup>. En este trabajo se tomaron segmentos de EEG de 2.56s, lo que significa un período aproximado de 0.39 Hz. Esta fue la frecuencia de base con la que se realizaron los análisis.

Si se tiene, por ejemplo, un valor de 0.5 Hz como frecuencia de base y se considera el valor de la potencia (amplitud al cuadrado en cada valor de frecuencia) cada 0.5 Hz, tendremos un análisis de banda estrecha pero si se agrupan por bandas de frecuencias: delta, theta, alfa y beta y gamma se tiene entonces el análisis de banda ancha y se puede obtener, por cada electrodo, el valor de la potencia absoluta (PA) en cada banda de frecuencia. <sup>14</sup>. También se calcula potencia relativa (PR) que no es más que el porcentaje de energía en una banda particular con respecto a la energía total del EEG bajo estudio. Estos valores de PR y PA pueden mapearse <sup>15</sup>.

La potencia absoluta es, desde el punto de vista fisiológico un parámetro que refleja el número de neuronas que descargan de manera sincrónica a una frecuencia determinada <sup>16</sup>. Así, mientras más neuronas descargan a una misma frecuencia mayor será la potencia absoluta que se observe en esta frecuencia y viceversa <sup>16</sup>.

#### **1.4 EEG en el Envejecimiento Saludable**

Se ha discutido sobre las características o variantes normales de un electroencefalograma en el envejecimiento. Westmoreland <sup>17</sup> sugirió que, debido a los cambios del flujo sanguíneo y el metabolismo cerebral durante el envejecimiento, el ritmo posterior dominante se vuelve más lento. Sin embargo, de acuerdo con Klass y Brenner <sup>18</sup> no es posible establecer un prototipo característico del trazado electroencefalográfico en individuos saludables, sino que son más bien un rango de variabilidad. A partir de esta consideración Klass y Brenner <sup>18</sup> proponen el concepto de EEG normal como la suma de muchas

variables, como ocurre en las pruebas de sangre en las que se establecen valores celulares y componentes químicos.

Por otra parte, Oken y Kaye <sup>19</sup> consideraron que la frecuencia de base en adultos mayores que alcanzan los 100 años y más de vida se mantiene entre 7.5 y 8 Hz. También en adultos mayores sanos, durante el registro del EEG en vigilia, suelen aparecer ondas delta y theta focales <sup>20</sup>.

Se ha considerado normal las apariciones esporádicas e intermitentes del ritmo delta en el adulto mayor sano. El ritmo alfa de las regiones temporales tiene un voltaje más elevado comparado con el ritmo alfa de áreas occipitales <sup>21</sup>.

En el proceso de envejecimiento se presenta de manera intermitente actividad delta en áreas temporales. Por otra parte, una pequeña porción transitoria de delta es característica normal del envejecimiento <sup>21</sup>. A medida que las personas envejecen el ritmo alfa denominado ritmo dominante posterior se vuelve más lento, al menos baja 1 Hz <sup>22</sup>.

Después de los 80 años el ritmo alfa se muestra lento (8 Hz) <sup>23</sup> y entre los 60 y 90 años en regiones posteriores el ritmo dominante alfa va de 8.5 a 9 Hz, mientras que la actividad de ritmo beta prevalece en regiones frontales <sup>24</sup>. La actividad lenta temporal transitoria incrementa de manera considerable a partir de los 40 años y aumenta a los 50 y 60 años <sup>17</sup>.

En resumen, los cambios importantes en EEG en adultos mayores, son los siguientes:

- el ritmo alfa se torna más lento y en regiones temporales este ritmo aparece de manera focalizada,
- incrementa la actividad rápida y aparece actividad difusa lenta progresivamente <sup>17,22</sup>.

### **1.5 qEEG en el ENVEJECIMIENTO SALUDABLE**

Vysata et al. <sup>25</sup> realizaron un estudio retrospectivo en una muestra de 17,722 sujetos sanos entre 20 y 70 años con el objetivo de establecer los cambios con la edad en la composición espectral del EEG. Los autores calcularon las correlaciones lineales entre las variables edad y los parámetros de energía global y las potencias espectrales de las bandas de frecuencias del EEG. Se obtuvieron interdependencias significativas entre la energía global del EEG y la composición espectral de todas las frecuencias EEG con la edad en el sentido de la disminución de las mismas, siendo mayor para el rango alfa. Los autores explican estos resultados por cambios surgidos con la edad tales como atrofia cerebral generalizada. Por otra parte, la disminución en el rango alfa pudiera relacionarse con una frecuencia de oscilación de los generadores alfa hacia la banda theta.

En personas adultas mayores la actividad de la PA delta incrementa con la edad, lo mismo ocurre con la PA theta <sup>25-32</sup> mientras que la potencia de alfa disminuye <sup>25,27,28,31,32</sup>. Se han encontrado cambios en el EEG en adultos mayores, en reposo y durante la realización de tareas <sup>30, 33-37</sup> los cambios encontrados han sido asociados con un decremento posterior de la potencia alfa.

Los patrones de actividad en el qEEG en estado de reposo relacionados con el envejecimiento normal más característicos son: un incremento difuso de la PA theta y delta además de un decremento en la PA alfa en regiones occipitales que se reorganiza topográficamente y se extiende a regiones frontales <sup>38</sup>.

El exceso de PA de alfa y delta y la PR de theta junto con un déficit de PR de beta en sujetos ancianos sanos, ha sido relacionado con un deterioro cognitivo <sup>35</sup>, es decir, estas características halladas en el análisis cuantitativo del EEG (qEEG) podrían ser un factor predictivo de un deterioro cognitivo en adultos mayores <sup>40</sup>. El qEEG ha sido validado como un indicador confiable de patologías como el DCL y la enfermedad de Alzheimer <sup>41</sup>.

En población mexicana de adultos mayores se logró correlacionar déficits cognitivos con incremento de las potencias absolutas delta y theta, mientras que se halló una disminución de las potencias alfa y beta <sup>39</sup>. La potencia delta tienen una relación con el procesamiento cognitivo, Harmony sugiere que las oscilaciones del campo eléctrico cerebral modulan diferentes redes neuronales que podrían explicar el papel de las potencias delta en procesos cognitivos; la longitud de onda de la categoría oscilatoria determina las ventanas temporales de procesamiento, lo que posibilita que durante las tareas cognitivas que demandan atención, las oscilaciones delta que se origina en la corteza frontal pudieran regular la actividad de las redes neuronales que se encuentran alejadas de los lóbulos frontales <sup>41</sup>.

Fenningan & Robertson <sup>42</sup> sugieren la asociación positiva de la actividad espontánea de potencia de theta en regiones frontales y parietales con evocación verbal inmediata, atención, funciones ejecutivas es un neuromarcador de envejecimiento exitoso en adultos mayores sanos.

Durante el envejecimiento la coherencia entre potencias en el qEEG decrece debido a una reducción en la población neuronal lo que sugiere menos comunicación entre áreas cerebrales <sup>43</sup> y este déficit se presenta de manera interhemisférica <sup>44</sup> sin que se haya encontrado un efecto del sexo sobre esta característica qEEG <sup>45</sup>. Hogan 2011 afirma que, en individuos sanos longevos, de manera general, se reduce la coherencia en el qEEG y de manera intrahemisférica en regiones frontotemporales, frontocentrales y frontoparietales.

Se puede afirmar que durante el envejecimiento saludable la actividad de las bandas lentas en el qEEG que incluyen delta, theta y alfa lenta (8-9 Hz) muestran un incremento de potencia, mientras que disminuyen las potencias beta y alfa alta (10-13), así como la coherencia cortico-cortical en potencias beta y alfa alta, <sup>26,46,47</sup> en pocas palabras a lo largo del envejecimiento saludable se produce un incremento de la actividad lenta <sup>47</sup>.

## **1.6 Electroencefalograma cuantitativo y deterioro cognitivo leve**

El DCL se refiere a un deterioro cognitivo superior al que se observa con la edad, pero que no es suficientemente grave para causar un decremento

significativo en la funcionalidad diaria del paciente <sup>49</sup>. Existe evidencia de cambios neuronales durante el DCL <sup>50</sup>.

En un trabajo realizado por Lydon et al <sup>50</sup>, se sugiere que las oscilaciones theta son un mecanismo crítico de soporte para procesos “top-down”, los cuales permiten dirigir de manera voluntaria la atención a una tarea. La banda theta se sincroniza para fortalecer el control inhibitorio mientras que se presenta una gran desincronización de alfa se relaciona a procesos de selección e inhibición <sup>50</sup>.

Se ha señalado un incremento significativo de theta en tareas de memoria de trabajo <sup>51</sup>. Goodman <sup>51</sup> afirma que el incremento de theta puede estar relacionado al mantenimiento cognitivo funcional en pacientes con DCL, además, propone que theta actúa como un mecanismo de paso que proporciona un ambiente ideal para el procesamiento de la información. El incremento de alfa se relaciona a procesos de inhibición en tareas de memoria de trabajo, alfa se atenúa como respuesta al esfuerzo cognitivo <sup>51</sup>.

En pacientes con DCL la relación theta/alfa es bastante más pequeña que en pacientes sanos <sup>51</sup> lo que difiere con lo reportado por Hamilton <sup>52</sup> que encontró una relación theta/alfa muy alta relacionada al riesgo de demencia.

Babiloni <sup>53</sup> caracterizó cambios qEEG en pacientes con DCL, existe un decremento en la frecuencia de alfa 8-9 Hz asociado a la baja densidad de la potencia espectral de alfa en regiones posteriores.

Las medidas espectrales y la sincronización entre regiones cerebrales son considerados biomarcadores de EEG en DCL y EA <sup>54</sup>. El decremento de la potencia de alfa se correlaciona con atrofia hipocampal y bajo desempeño cognitivo <sup>26, 55, 56</sup>.

Se demostró que en DCL y EA los efectos de la deposición b-amiloide se expresa como un incremento prefrontal de la potencia de alfa <sup>57</sup>. En qEEG la neurodegeneración se localiza en regiones frontocentrales como un incremento de beta y gama, además, de un decremento de delta <sup>54</sup>.

En este sentido la hiperregulación funcional frontal se muestra como un incremento frontal en la potencia alfa <sup>57</sup>. Gaubert <sup>54</sup> reporta que en pacientes con DCL y b-amiloide existe una potencia delta frontal.

En pacientes con DCL es necesario un mecanismo de compensación para mantener un funcionamiento cognitivo normal a pesar del hipometabolismo cerebral y la carga amiloide <sup>58</sup>. En el qEEG los mecanismos compensatorios se observan como un enlentecimiento de las oscilaciones cerebrales, se incrementa la potencia delta y el decremento de beta y gama. En regiones parieto-occipitales aparece incrementada la potencia alfa lo cual es anormal y ha sido relacionado con la hiperexcitabilidad neuronal debida a la carga b-amiloide y con un decremento relativo de inhibición sináptica <sup>57,59,60</sup>

## 1.7 Funciones Ejecutivas

Las funciones ejecutivas (FE) constituyen varias habilidades cognitivas superiores necesarias para examinar detenidamente y lograr una meta <sup>61</sup>. Las FE permiten comprender conceptos complejos y abstractos, resolver problemas nuevos, planificar actividades y gestionar relaciones. Se puede entender las FE como el conjunto complejo de habilidades cognitivas que incluyen memoria de trabajo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, planificación, razonamiento y resolución de problemas <sup>62</sup>.

La definición de cada una de las FE es la siguiente: la memoria de trabajo es una habilidad que mantiene información en línea durante la ejecución de otras funciones cognitivas, como recordar la lista del super, o parafrasear información que se ha leído o escuchado.

La memoria de trabajo ha sido investigada en diferentes escenarios y tareas, una de esas tareas es la tarea n-back; en la que se pide a los participantes recordar si un estímulo actual fue presentado de manera previa en una serie de estímulos <sup>61</sup>. Después de percibir cada estímulo el participante debe tomar una decisión, por lo tanto, se requiere una actualización continua de la información en la memoria de trabajo.

El control inhibitorio interactúa con la memoria de trabajo y el control cognitivo. Así el control inhibitorio monitorea los comportamientos adaptativos y es responsable también de retener o suprimir en la memoria respuestas que ya no son relevantes <sup>61</sup>.

La flexibilidad cognitiva se podría afirmar que es única del pensamiento humano. Permite la adaptación frente a algún cambio ambiental, además de la generación de ideas innovadoras que promuevan el crecimiento y el descubrimiento<sup>63</sup>. La flexibilidad cognitiva facilita el cambio de una tarea a otra, está altamente vinculada a la memoria de trabajo y al control inhibitorio. La prueba de clasificación de Wisconsin permite evaluar la flexibilidad cognitiva requerida para conceptualizar criterios de clasificación, generar hipótesis sobre los criterios de clasificación, monitorear el desempeño durante la tarea y retroalimentar para modificar la estrategia si cambian las reglas de la tarea<sup>64</sup>.

La planificación es un proceso cognitivo superior que incluye funciones ejecutivas involucradas en la formulación, evaluación y selección de acciones para alcanzar una meta específica. Una de las pruebas más utilizadas para estudiar la planificación es la Torre de Londres, en la cual el participante debe organizar las piezas en tres varillas para que coincidan con un modelo, esto lo debe llevar a cabo en la menor cantidad de movimientos posible, esta prueba requiere el uso de memoria de trabajo para alcanzar metas intermedias mientras que la meta final se guarda en dicha memoria<sup>65</sup>.

El razonamiento es otra FE que permite la generalización y abstracción para la formación de conceptos y la creatividad. En cuanto a la resolución de problemas se puede decir que es un proceso que permite trabajar con los detalles de un problema para llegar a una solución, la resolución de problemas incluye operaciones sistemáticas o matemáticas y podría ser un indicador del pensamiento crítico de un individuo<sup>61</sup>.

Las técnicas de evaluación neuropsicológica brindan un instrumento de diagnóstico de lesiones o déficit de algunas funciones cognitivas, los lóbulos frontales son lo que más han sido relacionados con el funcionamiento cognitivo.

Las funciones ejecutivas son bastante complejas y diversas para su estudio, por lo que investigadores han desarrollado baterías de pruebas encaminadas a su evaluación.

Las baterías de evaluación neuropsicológica de funciones ejecutivas han sido estandarizadas y validadas en diferentes poblaciones. En México contamos con la prueba Neuropsi, Atención y Memoria, validada en nuestro país que ha demostrado alta confiabilidad y validez para la evaluación de procesos cognitivos (entre ellos las funciones ejecutivas) que dependen principalmente de la corteza prefrontal <sup>66</sup>.

La batería Neuropsi, Atención y Memoria consta de 4 subtests (Tabla 1) en los que se evalúan funciones ejecutivas y se asigna un valor al desempeño del participante. En total se obtienen 29 puntuaciones diferentes <sup>67</sup>.

Tabla 1. Ítems evaluados en NEUROPSI

SUBPRUEBA	SUBPRUEBA	ÍTEMS
Orientación		Tiempo Espacio Persona

Atención y concentración		Retención dígitos progresión Cubos progresión Detección visual aciertos Detección de dígitos total Series sucesivas
Memoria	Memoria de Trabajo	Detección dígitos regresión Cubos regresión
	Codificación de Memoria	Curva memoria volumen promedio Pares asociados volumen promedio Memoria lógica prom historias Figura Rey-Osterreith Caras
	Evocación de Memoria	Memoria verbal espontanea total Memoria verbal claves total
		Memoria verbal reconocimiento total Pares asociados total Memoria lógica prom historias Figura Rey-Osterreith Reconocimiento caras total
Funciones Ejecutivas		Formación categorías Fluidez verbal semántica Fluidez verbal fonológica Fluidez no verbal total Funciones motoras Stroop tiempo interferencia Stroop aciertos interferencia

### 1.8 Funciones Ejecutivas y Deterioro Cognitivo Leve

Los adultos mayores tienen menor desempeño en el funcionamiento ejecutivo en comparación con adultos jóvenes sanos<sup>68</sup>. Sullivan<sup>68</sup> menciona que a partir

de los 43 años comienza un declive en el desempeño del razonamiento inductivo el cual fue medido a través de tareas de razonamiento matemático y verbal. El deterioro de las funciones ejecutivas en el envejecimiento saludable pudiera deberse a la disminución de la sustancia gris <sup>70</sup>.

La disminución de la sustancia gris durante el envejecimiento se ha relacionado con la muerte celular <sup>71</sup> y la acumulación de beta-amiloide <sup>72</sup>. También se ha sugerido que se debe a la disminución tanto del tamaño de las neuronas como a la pérdida del número de conexiones neuronales <sup>70,73</sup>.

En particular con el deterioro de la memoria Rogalski et al.<sup>74</sup> hablan de una disminución de comunicación entre estructuras hipocampales y parahipocampales que sugiere un déficit de memoria como mecanismo relacionado al envejecimiento. Existe una pérdida de integridad en la porción central del cuerpo calloso, región que media el deterioro cognitivo relacionado a la edad <sup>75</sup>.

Algunos investigadores han clasificado la disfunción ejecutiva como un subtipo de DCL. Los pacientes que muestran los criterios de déficit en las funciones ejecutivas declinan de manera más rápida que el DCL en el que predominan los síntomas con respecto a la memoria <sup>76</sup>. En este sentido, Fernández y colaboradores <sup>76</sup> afirman que aún no existe un consenso entre los subtipos y clasificaciones de los síntomas del DCL (amnésico y multidominio-amnésico). La clasificación enfocada en el DCL con prevalencia de un peor desempeño de las funciones ejecutivas es un indicador de alto riesgo en el progreso rápido a la demencia.

El déficit de las funciones ejecutivas relacionado al envejecimiento está relacionado a una pérdida de las funciones asociadas a la corteza prefrontal <sup>77</sup>. Las tareas que involucran funciones ejecutivas activan redes neuronales que abarcan mayoritariamente la corteza prefrontal pero también regiones de la corteza parietal, ganglios basales, tálamo y cerebelo; además de los sistemas dopaminérgicos, colinérgicos, noradrenérgicos y serotoninérgicos <sup>77</sup>.

En síntesis, en el DCL se produce una disminución de la capacidad para aprender información nueva o recordar información almacenada. Se clasifica como amnésico y no amnésico, el amnésico hace referencia al deterioro en la capacidad de memoria, mientras que el DCL no-amnésico se refiere al deterioro de procesos cognitivos mientras la capacidad mnémica permanece relativamente intacta <sup>75</sup>.

El Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales 5.a edición (DSM-V) clasifica el DCL *como un trastorno neurocognitivo leve y entre sus criterios diagnósticos se detalla que debe existir una disminución de 1 o más procesos cognitivos, definidos como dominios cognitivos, pero que ese deterioro no interfiera de manera sustancial en actividades instrumentales de la vida diaria del paciente, además que ese deterioro no ocurra en contexto con otros trastornos psicológicos o delirios* <sup>78</sup>.

Los pacientes que padecen DCL no cumplen con los criterios diagnósticos de demencia, tampoco todos los casos son progresivos a demencia, bastantes casos vuelven a niveles de cognición relativamente normales de acuerdo con

el rango de edad <sup>72</sup>. Uno de los objetivos en cuanto a la detección y tratamiento oportuno es prevenir o retardar la progresión de DCL a demencia.

En México, las guías para la práctica clínica <sup>80</sup> señalan como prueba diagnóstica ante la sospecha de deterioro cognitivo la prueba Examen Mínimo del Estado Mental (MMSE). La aplicación es muy rápida, alrededor de 10 minutos y permite identificar tempranamente alteraciones de la memoria y el deterioro cognoscitivo <sup>1</sup>.

## **2. Planteamiento del Problema:**

En el 2013 se estimó que a nivel mundial 44 millones de personas sufren de demencia y se cree que al año se registran 7,6 millones de nuevos casos. En México en 2018, se reportó que habitan 15.4 millones de personas adultas mayores correspondiendo al Estado de México 10.48% de la población total, por lo que el envejecimiento poblacional convierte a México en un país predispuesto a las demencias.

La demencia es un trastorno neurocognitivo mayor caracterizado por la afección de la funcionalidad social u ocupacional, mientras que en el deterioro cognitivo leve (DCL), se preserva la independencia en la vida diaria del paciente. El DCL es una etapa intermedia entre el envejecimiento saludable y un estadio temprano de la demencia, por lo cual es necesario conocer el funcionamiento ejecutivo de los adultos mayores que padecen DCL. Resulta complicado predecir los síntomas que se manifiestan de manera específica en pacientes que presentan deterioro cognitivo ya que no existe un comportamiento único que pueda estar directamente relacionado con las funciones ejecutivas.

El estudio del electroencefalograma cuantitativo puede acercarnos a conocer la relación entre la actividad eléctrica cerebral espontánea de base y las funciones ejecutivas en los adultos mayores con DCL.

Pregunta investigación:

En los adultos mayores con deterioro cognitivo leve, ¿existe una relación entre las bandas lentas del electroencefalograma cuantitativo y el deterioro de las funciones ejecutivas?

**3. Hipótesis:**

Hipótesis alterna: Los adultos mayores con DCL mostrarán déficit de las funciones ejecutivas lo cual está relacionado con un aumento de potencias de las bandas lentas en su electroencefalograma cuantitativo.

Hipótesis nula: Los adultos mayores con DCL no mostrarán déficit de las funciones ejecutivas y su electroencefalograma cuantitativo no tendrá aumento de potencias en las bandas lentas.

#### **4. Objetivos:**

General: Evaluar la relación entre las funciones ejecutivas y el EEG cuantitativo en adultos mayores con DCL.

Específicos: En adultos mayores portadores de DCL:

Describir la actividad bioeléctrica cerebral

Evaluar el funcionamiento ejecutivo

Evaluar la relación de las ondas lentas del EEG y las funciones ejecutivas.

Determinar si la relación alfa/theta está disminuida.

## **5. Justificación:**

En el 2015, se reportó que en el mundo hay 901 millón de personas de 60 años o más, se estima que para el 2050 esa cantidad se duplique. Tan solo en México habitan 11.6 millones de personas consideradas como adultos mayores. El envejecimiento poblacional es un fenómeno que llama la atención tanto de investigadores como de los sectores político y económico.

Los adultos mayores se enfrentan a la pérdida de independencia lo cual hace que requieran de un cuidador primario. Una de las causas de que un adulto mayor dependa de un cuidador primario es la demencia. En México, se reportan aproximadamente 1000 nuevos diagnósticos de demencias al año, se proyecta que para 2050 el número de personas diagnosticadas con algún tipo de demencia sea de 3.5 millones.

Existe un fenómeno intermedio entre el envejecimiento saludable y las demencias, conocido como deterioro cognitivo leve (DCL), los síntomas asociados a DCL pueden permanecer estables por muchos años, escalar de manera progresiva a demencia o incluso pueden mejorar. Conocer la relación de las funciones ejecutivas y la actividad electrofisiológica de la corteza cerebral con el DCL podrá contribuir al desarrollo de tratamientos y técnicas de prevención, además de abrir el debate para fortalecer políticas públicas encaminadas a salvaguardar el bienestar de los adultos mayores.

## **6. Material y Métodos:**

### **a. Diseño de Estudio**

Tipo de estudio: transversal, comparativo, no experimental.

Lugar de estudio: El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Neurofisiología, de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Participantes: La muestra se obtuvo mediante un muestreo no probabilístico, por conveniencia, se seleccionaron 20 mujeres de edades comprendidas entre 60 y 85 años, con un nivel mínimo de escolaridad a nivel primaria.

### **b. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación**

Criterios inclusión

- Adultos mayores entre 60 y 85 años.
- Presentar signos de deterioro cognitivo leve. Puntuaciones en MMSE 19-24.
- Que los trastornos del estado del ánimo que presenten sean de leve a moderado establecido mediante la Escala Hamilton para depresión y ansiedad
- Sin diagnósticos previos de enfermedades psiquiátricas.
- No presentar limitaciones físicas que impidan la ejecución de las pruebas. (60-100 puntos en el Índice de Barthel).
- Sin antecedentes de alcoholismo o drogadicción.

Criterios de exclusión. Participantes que:

- Presenten historial de patologías del sistema nervioso central.
- Presenten enfermedades crónicas como diabetes e hipertensión descontroladas.

- Se encuentren en tratamiento farmacológico para trastornos psiquiátricos.

#### Criterios eliminación

- Participantes que de manera voluntaria deseen retirarse del estudio
- Participantes que no cumplan con los horarios agendados para evaluación
- Pruebas de EEG y psicométricas incompletas o erróneas

### **c. Procedimientos**

El procedimiento de la presente investigación se realizó en 2 etapas, cada una de ellas correspondiendo con los objetivos específicos del estudio.

Durante la primera etapa se entregaron el consentimiento informado y la hoja de revocación a cada participante, ambos se leyeron y fueron firmados por el participante, la investigadora y un testigo (Anexo 1). Una vez concluida esta etapa la investigadora (Lic en Psic Sarai Ivonne Aguilar Gutiérrez Ced. Prof. 11538772) aplicó las siguientes pruebas:

- MiniMental, que es una prueba rápida de diagnóstico de deterioro cognitivo la cual tiene una confiabilidad de 0,830 y una validez de 0,976 (IC95%, 0,967-0,997);  $p < 0,0001$  para población mexicana<sup>80</sup>. Deterioro cognitivo leve se considera con puntuaciones de 19 a 24.
- Escala Hamilton para depresión y ansiedad, la cual ha sido validada en población mexicana (confiabilidad de 0,87 y validez del 70.58% )<sup>81</sup>
- El índice de Barthel que mide el grado de independencia o dependencia de un adulto mayor (confiabilidad 0.98 y una validez 0.69)<sup>26</sup> la cual también ha sido validada en población mexicana<sup>82</sup>.

Posteriormente se dieron 10-15 minutos de descanso. En la segunda etapa, a todas las participantes se les aplicó la batería Neuropsi (confiabilidad 0,86)<sup>83</sup> la cual evalúa funciones ejecutivas, atención y memoria y está validada para población mexicana, abarca desde los 6 hasta los 85 años, es una prueba tanto para hombres como para mujeres. El tiempo de aplicación fue de 80 a 90 minutos para cada participante.

En otra sesión se obtuvo un EEG convencional en estado de vigilia desatenta con ojos cerrados. Los pacientes permanecieron cómodamente descansando en un sofá reclinable en una habitación en penumbra y sonoamortiguada. El registro EEG se con un electroencefalógrafo digital Medicid 5 (Neuronic Mexicana), con ganancia de 10,000x y un ancho de banda entre 0.3 y 30 Hz. Se mantuvo la impedancia de los electrodos por debajo de los 5,000 ohms. Los electrodos de registro se colocaron mediante un gorro de licra que asegura la distribución de los mismos de acuerdo al Sistema Internacional 10-20. Se registraron 19 derivaciones con montaje monopolar (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, FZ, CZ Y PZ), usando los lóbulos de las orejas cortocircuitados como referencia.

#### **d. Variables de Estudio**

Dependiente: Bandas de frecuencia Delta: 1.5 a 3.5 Hz. Theta: 4.0 a 7.5 Hz. Alfa: 8 a 12.5 Hz y Beta: 13 a 19.4 Hz.

Independiente: Funcionamiento Ejecutivo, definido como, conjunto complejo de habilidades cognitivas que incluyen memoria de trabajo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, planificación, razonamiento y resolución de problemas.

<b>Cuadro de Variables</b>					
<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Análisis Estadísticos</b>
<b>Funciones ejecutivas</b>	<p>Conjunto de habilidades cuyo principal objetivo es la realización de planes para dar solución a tareas novedosas y complejas; incluyendo una serie de procesos en el que es necesario establecer una meta, organizar, planear, iniciar, anticipar, autorregular, monitorizar y verificar la propia conducta, además de</p>	<p>Neuropsi</p> <p>Memoria de trabajo: habilidad que mantiene información en línea durante la ejecución de otras funciones cognitivas.</p> <p>Control inhibitorio: habilidad cognitiva que monitorea comportamientos adaptativos.</p> <p>Flexibilidad cognitiva: habilidad que permite adaptación frente a algún cambio ambiental, facilita el cambio de una tarea a otra.</p>	Discreta	Intervalar	<p>Correlación de Spearman entre funciones ejecutivas y bandas de frecuencias del QEEG.</p>

	<p>hacer uso de la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva.</p>	<p>Planificación: proceso cognitivo superior que incluye funciones ejecutivas involucradas en la formulación, evaluación y selección de acciones para alcanzar una meta específica.</p> <p>El razonamiento: habilidad que permite la generalización y abstracción para la formación de conceptos y creatividad.</p> <p>Resolución de problemas: proceso que permite trabajar con los detalles de un problema para llegar a una solución.</p>			
--	--	--	--	--	--

<b>Electroencefalograma</b>	Exploración neurofisiológica que se basa en el registro de la actividad bioeléctrica cerebral.	Electroencefalograma cuantitativo QEEG	Continua	Intervalar	Transformada de Fourier. Correlación de Spearman entre funciones ejecutivas y bandas de frecuencias del QEEG.
-----------------------------	--	---	----------	------------	--

### **6.5 Implicaciones Bioéticas**

Este proyecto fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Instituto de Estudios Sobre la Universidad 2021/P13. La investigación se llevó a cabo bajo las normas deontológicas reconocidas por la declaración de Helsinki y la NOM-012-SSA-2012 de la Secretaría de Salud para la investigación con seres humanos. Se tomaron en cuenta el consentimiento informado de los adultos mayores. Se explicó de manera verbal y escrita la naturaleza del estudio, sus objetivos y procedimientos, además de las incomodidades que pudieran generar las mediciones o los instrumentos.

### **6.6 Recolección de Datos**

La Secretaría de Desarrollo Social del Estado de México cuenta con una base de datos de todos los adultos mayores (de 60 a < 100 años) beneficiarios de algún programa de la Dirección de Bienestar Social para Personas Adultas Mayores de la cual se obtuvieron los sujetos de estudio.

### **6.7 Análisis Estadísticos**

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante pruebas no paramétricas: Correlación de Spearman entre las bandas del qEEG (PA y PR) y las funciones ejecutivas evaluadas. Se utilizó IBM SPSS Statistics 26.0.

## 7. Resultados

### 7.1 Carta de envío del artículo

El artículo titulado “*Electroencefalograma cuantitativo y deterioro cognitivo leve en adultas mayores. Un estudio preliminar*” fue enviado a la “*Revista Neurología*” indizada en el JCR.

----- Forwarded message -----  
 De: **Secretaría Viguera** <secretaria@viguera.com>  
 Date: lun., 7 de noviembre de 2022 3:44 a. m.  
 Subject: 2022378\_Otero Ojeda\_Acuse de Recibo\_Revista de Neurología  
 To: gloriaotero@hotmail.com <gloriaotero@hotmail.com>, oeg45@gmail.com <oeg45@gmail.com>

Distinguida Dra. Otero Ojeda,

Nos complace comunicarle la recepción del artículo “Electroencefalograma cuantitativo y deterioro cognitivo leve en adultas mayores. Un estudio preliminar” para su posible publicación en Revista de Neurología. En este momento iniciamos el proceso editorial del trabajo (<http://www.neurologia.com/normas-autores>), que incluye la evaluación del documento por parte del Comité Científico. Para cualquier trámite relacionado con su artículo, rogamos se refiera a él con el número 2022378 que le hemos asignado.

Le informamos que con el código de referencia asignado, puede consultar el estado del proceso en el que se encuentra el artículo en el siguiente enlace: <http://www.neurologia.com/gestion/estado-articulo>

Para presentar sus manuscritos debe hacerlo desde nuestra página web a través del siguiente formulario: <https://www.neurologia.com/gestion/enviar-manuscrito>

Sin más, quedamos a su disposición, agradeciendo su colaboración.

Muy atentamente,

**Secretaría Editorial – Viguera**

### 7.2 Resumen del artículo

El deterioro cognitivo leve (DCL) es una patología que progresa a enfermedad de Alzheimer (EA). Para su diagnóstico, el electroencefalograma cuantitativo es una herramienta no invasiva y de bajo costo. No se conocen las razones de que algunos pacientes con DCL no progresen a EA o incluso vuelvan a un envejecimiento saludable. Se realizó un análisis espectral de las bandas theta (3.5-7.5 Hz) delta (0-3 Hz) alfa (8-13.5 Hz) y beta (14 -30 Hz) de EEG en estado de reposo con ojos cerrados en adultas mayores. También, se aplicó Neuropsi para medir el desempeño de los pacientes con DCL en funciones ejecutivas, memoria de trabajo, codificación y evocación de memoria, atención y concentración. Las pacientes con DCL muestran un déficit leve/moderado en procesos cognitivos de memoria de trabajo, funciones ejecutivas, evocación y codificación de memoria, y atención y concentración. Además, se halló un incremento en la actividad de las bandas theta y beta en regiones frontotemporales. Se piensa que existe un aumento de la actividad de las bandas lentas en los adultos mayores con DCL.

## 8. Discusión

El deterioro cognitivo leve caracterizado por un déficit en las funciones ejecutivas podría representar una etapa temprana de EA <sup>84</sup>. Nuestros resultados de las funciones ejecutivas clasifican a los participantes dentro de un deterioro leve/moderado, lo cual podría ser un factor predictivo de EA. Las funciones ejecutivas son procesos cognitivos críticos para el funcionamiento de la vida diaria <sup>85</sup>, su deterioro podría representar un reto para el desempeño de los adultos mayores.

La Hipótesis de Compensación Relacionada a la Utilización de Circuitos Neuronales (CRUNCH por sus siglas en inglés) plantea que el cerebro en el adulto mayor con DCL debe lidiar con un procesamiento ineficiente, sin embargo las funciones de la vida diaria le permiten un desempeño adecuado y algunos casos regresan a la normalidad lo cual podría explicarse a través de mecanismos compensatorios que permiten el reclutamiento de recursos neuronales con el único objetivo de perdurar la eficiencia de los procesos cognitivos <sup>86</sup>.

## **9. Conclusión**

El deterioro cognitivo leve es una patología del adulto mayor que aún no ha sido explorada del todo, es importante conocer los mecanismos que permiten que algunos pacientes progresen a EA y otros preserven sus funciones cognitivas y regresen a un envejecimiento saludable.

De acuerdo con los resultados reportados, en adultas mayores con deterioro cognitivo leve la potencia theta (absoluta y relativa) presentan un aumento que guarda una correlación negativa con el desempeño en las funciones ejecutivas en regiones temporales, lo cual cumple la hipótesis de trabajo. Este resultado se puede asociar a mecanismos compensatorios en los que el cerebro envejecido busca reestablecer el procesamiento cognitivo para lidiar con el envejecimiento per se. Se propone realizar estudios posteriores en los que dentro de la muestra sean considerados participantes masculinos.

## 10. Referencias Bibliográficas:

1. Salthouse TA. Neuroanatomical Substrates Of Age-Related Cognitive Decline. *Psychological Bulletin*. 2011;137(5):753–84.
2. Liu-Ambrose T, Barha C, Falck RS. Active Body, Healthy Brain: Exercise For Healthy Cognitive Aging. *International Review Of Neurobiology*. 2019;147:95-120:95–120.
3. Stern Y. Cognitive Reserve: Implications For Assessment And Intervention. *Folia Phoniatica Et Logopaedica*. 2013;65(2):49–54.
4. Cabeza R, Albert M, Belleville S, Craik FIM, Duarte A, Grady CL, Et Al. Maintenance, Reserve And Compensation: The Cognitive Neuroscience Of Healthy Ageing. *Nature Reviews Neuroscience*. 2018 Oct 10;19(11):701–10.
5. Smith GE. Healthy Cognitive Aging And Dementia Prevention. *American Psychologist*. 2016;71(4):268–75.
6. Jack CR, Albert MS, Knopman DS, Mckhann GM, Sperling RA, Carrillo MC, Et Al. Introduction To The Recommendations From The National Institute On Aging-Alzheimer's Association Workgroups On Diagnostic Guidelines For Alzheimer's Disease. *Alzheimer's & Dementia* [Internet]. 2011 May;7(3):257–62. Available From: [https://www.alzheimersanddementia.com/article/S1552-5260\(11\)00100-2/pdf](https://www.alzheimersanddementia.com/article/S1552-5260(11)00100-2/pdf)
7. Sanford AM. Mild Cognitive Impairment. *Clinics In Geriatric Medicine*. 2017 Aug;33(3):325–37.
8. Sachdev PS, Blacker D, Blazer DG, Ganguli M, Jeste DV, Paulsen JS, Et Al. Classifying Neurocognitive Disorders: The DSM-5 Approach. *Nature Reviews Neurology* [Internet]. 2014 Sep 30;10(11):634–42. Available From: <https://www.nature.com/articles/Nrneurol.2014.181>
9. American Psychiatric Association. *Diagnostic And Statistical Manual Of Mental Disorders*. 5th Edition. Arlington Am Psychiatr Assoc. 2013
10. Petersen RC, Morris JC. Mild Cognitive Impairment As A Clinical Entity And Treatment Target. *Archives Of Neurology*. 2005 Jul 1;62(7):1160.
11. Gloor P. Hans Berger And The Discovery Of The Electroencephalogram. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*. 1969;1-36(28).
12. Laciga Z. Návrh Vysetrovacího Schématu Pri Užití Elektrod Podle Systému “10-20.” *Cesk Neurol*. 1968 Jul;236-8(4).
13. Tejeiro Martínez J. *Electroencefalografía Clínica Básica*. Viguera Editores; 2005.
14. Harmony T, Marosi E, Becker J, Rodríguez M, Reyes A, Fernández T, Et Al. Longitudinal Quantitative EEG Study Of Children With Different Performances On A Reading-Writing Test. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*. 1995 Dec;95(6):426–33.
15. John ER, Prichep LS. Chapter 28 Neurometric Studies Of Aging And Cognitive Impairment. *Progress In Brain Research*. 1991;555–65.

16. Klimesch W. EEG Alpha And Theta Oscillations Reflect Cognitive And Memory Performance: A Review And Analysis. *Brain Research Reviews* [Internet]. 1999 Apr;29(2-3):169–95. Available From: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165017398000563>
17. Westmoreland BF. Normal And Benign Eeg Patterns. *American Journal Of EEG Technology*. 1982 Mar;22(1):3–31.
18. Klass DW, Brenner RP. Electroencephalography Of The Elderly. *Journal Of Clinical Neurophysiology*. 1995 Mar;12(2):116–31.
19. Oken BS, Kaye JA. Electrophysiologic Function In The Healthy, Extremely Old. *Neurology*. 1992 Mar;42(3):519–9.
20. Silverman AJ, Busse EW, Barnes RH. Studies In The Processes Of Aging: Electroencephalographic Findings In 400 Elderly Subjects. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*. 1955 Feb;7(1):67–74.
21. Van Cott Anne C. Epilepsy And EEG In The Telderly. *Epilepsia*. 2002 Jun 27;43:94–102.
22. Wang HS, Busse EW. EEG Of Healthy Old Persons--A Longitudinal Study. I. Dominant Background Activity And Occipital Rhythm. *Journal Of Gerontology*. 1969 Oct 1;24(4):419–26.
23. Markand ON. Electroencephalogram In Dementia. *American Journal Of EEG Technology*. 1986;26(1).
24. Hansotia PL, Gottschalk PG, Green P, Berendes J. Eegs In Elderly Patients: Technical And Other Considerations. *American Journal Of EEG Technology*. 1980;20(1).
25. Vysata O, Kukul J, Prochazka A, Pazdera L, Simko J, Valis M. Age-Related Changes In EEG Coherence. *Neurologia I Neurochirurgia Polska* [Internet]. 2014 Jan 1 [Cited 2020 Mar 4];48(1):35–8. Available From: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0028384314000061>
26. Babiloni C, Binetti G, Cassarino A, Dal Forno G, Del Percio C, Ferreri F, Et Al. Sources Of Cortical Rhythms In Adults During Physiological Aging: A Multicentric EEG Study. *Human Brain Mapping* [Internet]. 2006 Feb 1 [Cited 2022 Feb 5];27(2):162–72. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16108018/>
27. Breslau J, Starr A, Sicotte N, Higa J, Buchsbaum MS. Topographic EEG Changes With Normal Aging And SDAT. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*. 1989 Apr;72(4):281–9.
28. Duffy FH, Albert MS, Mcanulty G, Garvey AJ. Age-Related Differences In Brain Electrical Activity Of Healthy Subjects. *Annals Of Neurology*. 1984 Oct;16(4):430–8.
29. Gaál ZA, Boha R, Stam CJ, Molnár M. Age-Dependent Features Of EEG-Reactivity—Spectral, Complexity, And Network Characteristics. *Neuroscience Letters*. 2010 Jul;479(1):79–84.

30. Giaquinto S, Nolfi G. The EEG In The Normal Elderly: A Contribution To The Interpretation Of Aging And Dementia. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*. 1986 Jun;63(6):540–6.
31. Polich J. EEG And ERP Assessment Of Normal Aging. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*. 1997 May;104(3):244–56.
32. Sleimen-Malkoun R, Perdakis D, Müller V, Blanc J-L, Huys R, Temprado J-J, Et Al. Brain Dynamics Of Aging: Multiscale Variability Of EEG Signals At Rest And During An Auditory Oddball Task. *Eneuro*. 2015 May;2(3):ENEURO.0067-14.2015.
33. Coben LA, Danziger WL, Berg L. Frequency Analysis Of The Resting Awake EEG In Mild Senile Dementia Of Alzheimer Type. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*. 1983 Apr;55(4):372–80.
34. Gasser T, Kneip A, Verleger R. Modification Of The EEG Time Constant By Digital Filtering. *Psychophysiology*. 1982 Mar;19(2):237–40.
35. Prichep LS, John ER, Ferris SH, Rausch L, Fang Z, Cancro R, Et Al. Prediction Of Longitudinal Cognitive Decline In Normal Elderly With Subjective Complaints Using Electrophysiological Imaging. *Neurobiology Of Aging*. 2006 Mar;27(3):471–81.
36. Davis SW, Dennis NA, Daselaar SM, Fleck MS, Cabeza R. Que PASA? The Posterior-Anterior Shift In Aging. *Cerebral Cortex* [Internet]. 2007 Oct 8;18(5):1201–9. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2760260/>
37. Castro-Chavira SA, Barrios FA, Pasaye EH, Alatorre-Cruz GC, Fernández T. Compensatory Larger Cortical Thickness In Healthy Elderly Individuals With Electroencephalographic Risk For Cognitive Decline. *Neuroreport*. 2016 Jun;27(9):710–5.
38. Catalina Alatorre-Cruz G, Silva-Pereyra J, Fernández T, Rodríguez- Camacho MA. Poor Working Memory Performance In Healthy Elderly Adults With Electroencephalographic Risk Of Cognitive Decline Affects Syntactic Processing. *Clinical Neurophysiology*. 2019 Oct;
39. Roca-Stappung M, Fernández T, Becerra J, Mendoza-Montoya O, Espino M, Harmony T. Healthy Aging: Relationship Between Quantitative Electroencephalogram And Cognition. *Neuroscience Letters*. 2012 Feb;510(2):115–20.
40. Jackson CE, Snyder PJ. Electroencephalography And Event-Related Potentials As Biomarkers Of Mild Cognitive Impairment And Mild Alzheimer's Disease. *Alzheimer's & Dementia*. 2008 Jan;4(1):S137–43.
41. Harmony T. The Functional Significance Of Delta Oscillations In Cognitive Processing. *Frontiers In Integrative Neuroscience*. 2013;7.
42. Finnigan S, Robertson IH. Resting EEG Theta Power Correlates With Cognitive Performance In Healthy Older Adults. *Psychophysiology*. 2011 Jan 24;48(8):1083–7.

43. Lopes Da Silva FH, Gomez JP, Velis DN, Kalitzin S. Phase Clustering Of High Frequency EEG: MEG Components. *Clinical EEG And Neuroscience*. 2005 Oct;36(4):306–10.
44. Koyama K, Hirasawa H, Okubo Y, Karasawa A. Quantitative EEG Correlates Of Normal Aging In The Elderly. *Clinical Electroencephalography*. 1997 Jul;28(3):160–5.
45. Jorge MS, Spindola L, Katata JHB, Anghinah R. Alpha Band EEG Coherence In Healthy Nonagenarians. *Arquivos De Neuro-Psiquiatria*. 2017 Sep;75(9):609–13.
46. Hogan M, Collins P, Keane M, Kilmartin L, Kaiser J, Kenney J, Et Al. Electroencephalographic Coherence, Aging, And Memory: Distinct Responses To Background Context And Stimulus Repetition In Younger, Older, And Older Declined Groups. *Experimental Brain Research*. 2011 May 17;212(2):241–55.
47. Babiloni C, Ferri R, Binetti G, Cassarino A, Forno GD, Ercolani M, Et Al. Fronto-Parietal Coupling Of Brain Rhythms In Mild Cognitive Impairment: A Multicentric EEG Study. *Brain Research Bulletin*. 2006 Mar;69(1):63–73.
48. Liddell Bj, Paul Rh, Arns M, Gordon N, Kukla M, Rowe D, Et Al. Rates Of Decline Distinguish Alzheimer’s Disease And Mild Cognitive Impairment Relative To Normal Aging: Integrating Cognition And Brain Function. *Journal Of Integrative Neuroscience*. 2007 Mar;06(01):141–74.
49. Mizukami K, Katada A. EEG Frequency Characteristics In Healthy Advanced Elderly. *Journal Of Psychophysiology*. 2018 Jul 1;32(3):131–9.
50. Sachdev PS, Blacker D, Blazer DG, Ganguli M, Jeste DV, Paulsen JS, Et Al. Classifying Neurocognitive Disorders: The DSM-5 Approach. *Nature Reviews Neurology* [Internet]. 2014 Sep 30;10(11):634–42. Available From: <https://www.nature.com/articles/nrneurol.2014.181>
51. Lydon EA, Nguyen LT, Shende SA, Chiang H-S, Spence JS, Mudar RA. EEG Theta And Alpha Oscillations In Early Versus Late Mild Cognitive Impairment During A Semantic Go/NoGo Task. *Behavioural Brain Research*. 2022 Jan;416:113539.
52. Goodman MS, Zomorodi R, Kumar S, Barr MS, Daskalakis ZJ, Blumberger DM, Et Al. Changes In Theta But Not Alpha Modulation Are Associated With Impairment In Working Memory In Alzheimer’s Disease And Mild Cognitive Impairment. *Journal Of Alzheimer’s Disease* [Internet]. 2019 Apr 8 [Cited 2019 Nov 13];68(3):1085–94. Available From: <https://content.iospress.com/articles/journal-of-alzheimers-disease/jad181195>
53. Hamilton CA, Schumacher J, Matthews F, Taylor J-P, Allan L, Barnett N, Et Al. Slowing On Quantitative EEG Is Associated With Transition To Dementia In Mild Cognitive Impairment. *International Psychogeriatrics*. 2021 Sep 23;33(12):1321–5.
54. Babiloni C, Ferri R, Noce G, Lizio R, Lopez S, Lorenzo I, Et Al. Resting State Alpha Electroencephalographic Rhythms Are Differently Related To Aging In Cognitively Unimpaired Seniors And Patients With Alzheimer’s Disease And Amnesic Mild Cognitive Impairment. *Journal Of Alzheimer’s Disease*. 2021 Aug 3;82(3):1085–114.

55. Gaubert S, Raimondo F, Houot M, Corsi M-C, Naccache L, Diego Sitt J, Et Al. EEG Evidence Of Compensatory Mechanisms In Preclinical Alzheimer's Disease. *Brain*. 2019 Jun 18;142(7):2096–112.
56. Babiloni C, Frisoni G, Pievani M, Vecchio F, Lizio R, Buttiglione M, Et Al. Hippocampal Volume And Cortical Sources Of EEG Alpha Rhythms In Mild Cognitive Impairment And Alzheimer Disease. *Neuroimage*. 2009 Jan 1;44(1):123–35.
57. Luckhaus C, Grass-Kapanke B, Blaeser I, Ihl R, Supprian T, Winterer G, Et Al. Quantitative EEG In Progressingvsstable Mild Cognitive Impairment (MCI): Results Of A 1-Year Follow-Up Study. *International Journal Of Geriatric Psychiatry*. 2008 Nov;23(11):1148–55.
58. Nakamura A, Cuesta P, Fernández A, Arahata Y, Iwata K, Kuratsubo I, Et Al. Electromagnetic Signatures Of The Preclinical And Prodromal Stages Of Alzheimer's Disease. *Brain*. 2018 Mar 7;141(5):1470–85.
59. Jones DT, Knopman DS, Gunter JL, Graff-Radford J, Vemuri P, Boeve BF, Et Al. Cascading Network Failure Across The Alzheimer's Disease Spectrum. *Brain*. 2015 Nov 19;139(2):547–62.
60. Busche MA, Eichhoff G, Adelsberger H, Abramowski D, Wiederhold K-H ., Haass C, Et Al. Clusters Of Hyperactive Neurons Near Amyloid Plaques In A Mouse Model Of Alzheimer's Disease. *Science*. 2008 Sep 19;321(5896):1686–9.
61. Palop JJ, Mucke L. Amyloid- $\beta$ -Induced Neuronal Dysfunction In Alzheimer's Disease: From Synapses Toward Neural Networks. *Nature Neuroscience*. 2010 Jun 25;13(7):812–8.
62. Badre D, Wagner AD. Computational And Neurobiological Mechanisms Underlying Cognitive Flexibility. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*. 2006 Apr 21;103(18):7186–91.
63. Milner B. Effects Of Different Brain Lesions On Card Sorting. *Archives Of Neurology*. 1963 Jul 1;9(1):90.
64. Shallice T. Specific Impairments Of Planning. *Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London B, Biological Sciences*. 1982 Jun 25;298(1089):199–209.
65. Hoffmann M. The Human Frontal Lobes And Frontal Network Systems: An Evolutionary, Clinical, And Treatment Perspective. *ISRN Neurology [Internet]*. 2013 Mar 14;2013. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3612492/>
66. Mccarry LM, Carter AG. Prefrontal Cortex Drives Distinct Projection Neurons In The Basolateral Amygdala. *Cell Reports [Internet]*. 2017 Nov [Cited 2021 Aug 6];21(6):1426–33. Available From: [https://www.cell.com/cell-reports/pdf/S2211-1247\(17\)31493-6.pdf](https://www.cell.com/cell-reports/pdf/S2211-1247(17)31493-6.pdf)
67. Wagner G, Koch K, Reichenbach JR, Sauer H, Schlösser RGM. The Special Involvement Of The Rostrolateral Prefrontal Cortex In Planning Abilities: An Event-Related Fmri Study With The Tower Of London Paradigm. *Neuropsychologia*. 2006 Jan;44(12):2337–47.

68. Ostrosky-Solís F, Ardila A, Rosselli M. Neuropsi: A Brief Neuropsychological Test Battery In Spanish With Norms By Age And Educational Level. *Journal Of The International Neuropsychological Society*. 1999 Jul;5(5):413–33.
69. Turner GR, Spreng RN. Executive Functions And Neurocognitive Aging: Dissociable Patterns Of Brain Activity. *Neurobiology Of Aging*. 2012 Apr;33(4):826.E1–13.
70. Sullivan J. Neurologic Assessment. *Nurs Clin North Am*. 1990 Dec;25(4):795–809.
71. Terry RD, Katzman R. Life Span And Synapses: Will There Be A Primary Senile Dementia? *Neurobiology Of Aging*. 2001 May;22(3):347–8.
72. Uttara B, Singh AV, Zamboni P, Mahajan RT. Oxidative Stress And Neurodegenerative Diseases: A Review Of Upstream And Downstream Antioxidant Therapeutic Options. *Current Neuropharmacology* [Internet]. 2009;7(1):65–74. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19721819>
73. Rodríguez JJ, Olabarria M, Chvatal A, Verkhatsky A. Astroglia In Dementia And Alzheimer's Disease. *Cell Death & Differentiation* [Internet]. 2008 Dec 5;16(3):378–85. Available From: <https://www.nature.com/articles/cdd2008172.pdf>
74. Hasnis E, Reznick AZ. Antioxidants And Healthy Aging. *Isr Med Assoc J* . 2003;5(5):368–70.
75. Rogalski E, Stebbins GT, Barnes CA, Murphy CM, Stoub TR, George S, Et Al. Age-Related Changes In Parahippocampal White Matter Integrity: A Diffusion Tensor Imaging Study. *Neuropsychologia*. 2012 Jul;50(8):1759–65.
76. Davis SW, Dennis NA, Buchler NG, White LE, Madden DJ, Cabeza R. Assessing The Effects Of Age On Long White Matter Tracts Using Diffusion Tensor Tractography. *Neuroimage*. 2009 Jun;46(2):530–41.
77. Junquera A, García-Zamora E, Olazarán J, Parra MA, Fernández-Guinea S. Role Of Executive Functions In The Conversion From Mild Cognitive Impairment To Dementia. *Journal Of Alzheimer's Disease: JAD* [Internet]. 2020 [Cited 2022 May 8];77(2):641–53. Available From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32741835/>
78. Rabinovici GD, Stephens ML, Possin KL. Executive Dysfunction. *Continuum: Lifelong Learning In Neurology* [Internet]. 2015 Jun 1;21(3 Behavioral Neurology And Neuropsychiatry):646–59. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4455841/>
79. Guía De Práctica Clínica, Diagnóstico Y Tratamiento Del De Y Tratamiento Del De Y Tratamiento Del Deterioro Cognoscitivo El Adulto Mayor En El Primer Nivel De Atención, México: Instituto Mexicano Del Seguro Social; 2012.
80. Aguilar-Navarro SG, Mimenza-Alvarado AJ, Palacios-García AA, Samudio-Cruz A, Gutiérrez-Gutiérrez LA, Ávila-Funes JA. Validez Y Confiabilidad Del Moca (Montreal Cognitive Assessment) Para El Tamizaje Del Deterioro Cognoscitivo En México. *Revista Colombiana De Psiquiatría*. 2018 Oct;47(4):237–43.

81. Torres-Lagunas MA, Vega-Morales EG, Vinalay-Carrillo I, Arenas-Montaña G, Rodríguez-Alonzo E. Validación Psicométrica De Escalas PSS-14, AFA-R, HDRS, CES-D, EV En Puérperas Mexicanas Con Y Sin Preeclampsia. *Enfermería Universitaria* [Internet]. 2015 Jul [Cited 2020 Oct 30];12(3):122–33. Available From: [Http://Www.Scielo.Org/Mx/Pdf/Eu/V12n3/1665-7063-Eu-12-03-00122.Pdf](http://Www.Scielo.Org/Mx/Pdf/Eu/V12n3/1665-7063-Eu-12-03-00122.Pdf)
82. Duarte Ayala RE, Velasco Rojano ÁE. Validación Psicométrica Del Índice De Barthel En Adultos Mayores Mexicanos. *Horizonte Sanitario*. 2021 Oct 20;21(1).
83. Ostrosky-Solís F, Esther Gómez-Pérez Ma, Matute E, Rosselli M, Ardila A, Pineda D. NEUROPSI ATTENTION AND MEMORY: A Neuropsychological Test Battery In Spanish With Norms By Age And Educational Level. *Applied Neuropsychology*. 2007 Aug 17;14(3):156–70.
84. Guarino A, Forte G, Giovannoli J, Casagrande M. Executive Functions in the Elderly with Mild Cognitive impairment: a Systematic Review on Motor and Cognitive inhibition, Conflict Control and Cognitive Flexibility. *Aging & Mental Health*. 2019 Apr 2;1–18.
85. Rabinovici GD, Stephens ML, Possin KL. Executive Dysfunction. *Continuum: Lifelong Learning in Neurology* [Internet]. 2015 Jun 1;21(3 Behavioral Neurology and Neuropsychiatry):646–59. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4455841/>
86. Gonzalez-Burgos L, Hernández-Cabrera JA, Westman E, Barroso J, Ferreira D. Cognitive Compensatory Mechanisms in Normal aging: a Study on Verbal Fluency and the Contribution of Other Cognitive Functions. *Aging*. 2019 Jun 22;11(12):4090–106.

## 11. Anexos:

### Anexo 1. Consentimiento informado y revocación de consentimiento



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Medicina

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

**Título del estudio:** Electroencefalograma cuantitativo y funciones ejecutivas en adultos mayores con deterioro cognitivo leve.

**Lugar donde se realizará el estudio:** Facultad de Medicina, UAEMéx Toluca, Estado México.

**Nombre del paciente:**

---

**Invitación.** Por medio de la presente carta se le invita a usted a participar en este estudio de investigación biomédica. Para que usted pueda decidir si participa o no se le darán a conocer los objetivos, los beneficios, los riesgos y los procedimientos técnicos. Por medio de este procedimiento usted estará plenamente informado y podrá decidir libremente si desea participar en el estudio o no. Como parte del proceso de consentimiento informado por favor siéntase en toda libertad de preguntar sobre todos los aspectos del estudio para aclarar sus dudas. Después de haber sido informado verbalmente y por escrito usted puede decidir libremente si participa o no. Tenga en cuenta que si decide participar también puede retirarse del estudio en el momento en que lo decida sin que al respecto haya sanción o coerción alguna por parte de los conductores de este estudio. De igual manera se le entregarán los resultados de los estudios que se hayan realizado hasta ese momento sin costo alguno. Usted no tiene que pagar nada por estos estudios ni por recibir los resultados, pues el procedimiento en su conjunto es totalmente gratuito. Durante el transcurso del estudio puede solicitar cualquier información sobre el mismo al responsable. Toda información obtenida del paciente se guardará en estricta confidencialidad antes, durante y finalizado el estudio.

**Objetivo del estudio.** Evaluar la relación entre las funciones ejecutivas y el registro cuantitativo de la actividad electrofisiológica en adultos mayores con deterioro cognitivo leve.

**Procedimientos del estudio.** Electroencefalograma. En esta parte del estudio se le colocará un gorro de licra que tiene unos discos pequeños (electrodos). El gorro está conectado a un equipo que detecta corrientes eléctricas. Pruebas neuropsicológicas. Durante esta parte del estudio se aplicará una prueba que evalúa funciones ejecutivas, la aplicación tendrá una duración de entre 80 y 90 minutos.

**Beneficios del estudio.** Se le entregarán de manera gratuita los resultados de los estudios. En caso de observarse alguna afección adicional se le hará saber para que visite al médico especialista adecuado. Su colaboración en este estudio servirá para que el deterioro cognitivo leve sea mejor comprendido y a partir de ello se diseñen tratamientos apropiados.

**Riesgos del estudio.** Los procedimientos conllevan bajo riesgo pues consisten solamente en la colocación de los electrodos y la evaluación de las funciones ejecutivas. No habrá ningún malestar para usted.



Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas y dudas han sido respondidas satisfactoriamente. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos del presente estudio pueden ser publicados o difundidos exclusivamente con fines científicos. Convengo en participar libremente en este estudio de investigación biomédica y al mismo tiempo recibo una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del adulto mayor

Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Testigo

Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Firma del investigador

Fecha \_\_\_\_\_

### HOJA DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_ he decidido retirarme del presente estudio por las siguientes razones [OPCIONAL]:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del adulto mayor

Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Testigo

Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Firma del investigador

Fecha \_\_\_\_\_

**Anexo 2. Historia clínica****HISTORIA CLÍNICA**

Nombre del adulto mayor: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

Escolaridad: \_\_\_\_\_

Puntaje MMSE: \_\_\_\_\_

Escala de Barthel: \_\_\_\_\_

Hamilton ansiedad: \_\_\_\_\_

Hamilton depresión: \_\_\_\_\_

Padece alguna de las siguientes enfermedades:

Diabetes: \_\_\_\_\_

Hipertensión: \_\_\_\_\_

Alergias: \_\_\_\_\_

Cáncer: \_\_\_\_\_

Trastornos del estado de ánimo: \_\_\_\_\_ cuál: \_\_\_\_\_

Trastornos psiquiátricos: \_\_\_\_\_ cuál: \_\_\_\_\_

Migraña, jaquecas, cefalea: \_\_\_\_\_

Enfermedad renal: \_\_\_\_\_

Colesterol elevado: \_\_\_\_\_

Asma bronquitis crónica o enfisema: \_\_\_\_\_

Dolores articulares: \_\_\_\_\_

Artrosis, problemas reumáticos: \_\_\_\_\_

Problemas de la próstata: \_\_\_\_\_

Alteraciones del sueño: \_\_\_\_\_ cuál: \_\_\_\_\_ Horas totales de sueño: \_\_\_\_\_

Comidas al día: \_\_\_\_\_ Plato del buen comer: \_\_\_\_\_

Pertenece a algún grupo étnico: \_\_\_\_\_

Padece alguna discapacidad: \_\_\_\_\_ Consumo alcohol/drogas: \_\_\_\_\_ tiempo de consumo: \_\_\_\_\_

Fecha últimos laboratorios: \_\_\_\_\_ Hemoglobina A1C: \_\_\_\_\_ Glucosa: \_\_\_\_\_ P/A: \_\_\_\_\_ Fuma: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_ Estado  
de alerta, tipo de medicamento, café:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha inclusión: \_\_\_\_\_ Fecha neuropsi: \_\_\_\_\_ Fecha EEG: \_\_\_\_\_

### Anexo 3. Aprobación comité de ética



Universidad Autónoma del Estado de México  
Instituto de Estudios sobre la Universidad

Toluca, México a 28 de octubre de 2022.

#### C. Sarai Ivonne Aguilar Gutiérrez

Presente

Investigadora responsable del protocolo de Tesis del Maestría en Ciencias de la Salud “Electroencefalograma cuantitativo y funciones ejecutivas en adultos mayores con deterioro cognitivo leve”.

Por este conducto se le comunica que fue revisado y **aprobado** por el Comité de Ética en Investigación del Instituto de Estudios sobre la Universidad, ya que cumple con los aspectos éticos y metodológicos acorde a la investigación científica, quedando registrado con el número **2021/P13**. Es importante mencionar que deberá informar a los miembros del CEI sobre el proceso del envío y publicación del artículo, así como la revista seleccionada.

*PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO*  
“2022, Celebración de los 195 años de la Apertura de las Clases en el Instituto Literario”

**Comité de Ética en Investigación**  
**Instituto de Estudios sobre la Universidad**

**Dr. Octavio Márquez Mendoza**  
**Presidente del CEI**

c.c.p. Archivo

Paseo Tollocan N° 1402 Poniente, Ciudad Universitaria  
Puertas “F1” y “F2”,  
C.P. 50110, Toluca; Estado de México  
Tel. +52 722-2145351 y +52-722-2831516 Ext. 3710  
Correo electrónico:  
direccioniesu@uaemex.mx



## Anexo 4. Informe de similitud

### Tesis MCS 2022

ORIGINALITY REPORT

# 12%

SIMILARITY INDEX

#### PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet	340 words — 5%
2	<a href="http://ri.uaemex.mx">ri.uaemex.mx</a> Internet	188 words — 3%
3	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Internet	89 words — 1%
4	<a href="http://aalfredoardila.files.wordpress.com">aalfredoardila.files.wordpress.com</a> Internet	23 words — < 1%
5	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Internet	22 words — < 1%
6	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Internet	20 words — < 1%
7	<a href="http://teses.usp.br">teses.usp.br</a> Internet	16 words — < 1%
8	<a href="http://biblioteca.medicina.usac.edu.gt">biblioteca.medicina.usac.edu.gt</a> Internet	13 words — < 1%
9	<a href="http://www.neurama.es">www.neurama.es</a> Internet	13 words — < 1%

10	"Neuroimaging Diagnosis for Alzheimer's Disease and Other Dementias", Springer Science and Business Media LLC, 2017 Crossref	12 words — < 1%
11	radioexpresionmexico.com Internet	12 words — < 1%
12	aprenderly.com Internet	11 words — < 1%
13	e-spacio.uned.es Internet	11 words — < 1%
14	memorias.somib.org.mx Internet	11 words — < 1%
15	riaa.uaem.mx Internet	11 words — < 1%
16	cybertesis.unmsm.edu.pe Internet	10 words — < 1%
17	eprints.ucm.es Internet	10 words — < 1%
18	ri.uaq.mx Internet	10 words — < 1%
19	samafind.sama.gov.sa Internet	10 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON  
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE SOURCES OFF  
EXCLUDE MATCHES < 10 WORDS