



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

“MODELO EXPLICATIVO DEL  
FUNCIONAMIENTO  
NEUROCOGNITIVO BASADO EN EL  
CONTROL INHIBITORIO, MEMORIA  
DE TRABAJO Y VELOCIDAD DE  
PROCESAMIENTO DEL ADULTO  
MAYOR”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
DOCTOR EN PSICOLOGÍA

YSELA JULIA PÉREZ RAMOS

LIMA – PERÚ

2024



ASESORA

Dra. Militza Álvarez Machuca

## **JURADO DE TESIS**

### **PRESIDENTE**

Dra. Elizabeth Dany Araujo Robles

### **VOCAL**

Dra. Liliana Cecilia Pando Fernández

### **SECRETARIO**

Dr. Alberto Agustín Alegre Bravo

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su presencia, apoyo y motivación

## **AGRADECIMIENTOS**

A los participantes del estudio, sin cuya colaboración no hubiese sido posible el desarrollo de esta investigación.

A mi asesora, por su valiosa orientación, su exigencia, motivación y acompañamiento constante.

A mis maestros por sus enseñanzas que sirvieron de base en mi formación profesional e inspiraron para seguir avanzando en la búsqueda del conocimiento

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de esta investigación

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Tesis autofinanciada

# MODELO EXPLICATIVO DEL FUNCIONAMIENTO NEUROCOGNITIVO BASADO EN EL CONTROL INHIBITORIO, MEMORIA DE TRABAJO Y VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO DEL ADULTO MAYOR

## ORIGINALITY REPORT

|                  |                  |              |                |
|------------------|------------------|--------------|----------------|
| <b>15%</b>       | <b>14%</b>       | <b>6%</b>    | <b>5%</b>      |
| SIMILARITY INDEX | INTERNET SOURCES | PUBLICATIONS | STUDENT PAPERS |

## PRIMARY SOURCES

|          |  |               |
|----------|--|---------------|
| <b>1</b> | <b>eprints.ucm.es</b><br>Internet Source                                   | <b>1%</b>     |
| <b>2</b> | <b>Submitted to Universidad de Lima</b><br>Student Paper                   | <b>1%</b>     |
| <b>3</b> | <b>e-spacio.uned.es</b><br>Internet Source                                 | <b>1%</b>     |
| <b>4</b> | <b>digibug.ugr.es</b><br>Internet Source                                   | <b>1%</b>     |
| <b>5</b> | <b>Submitted to Universidad Internacional de la Rioja</b><br>Student Paper | <b>1%</b>     |
| <b>6</b> | <b>archive.org</b><br>Internet Source                                      | <b>&lt;1%</b> |
| <b>7</b> | <b>digitum.um.es</b><br>Internet Source                                    | <b>&lt;1%</b> |
| <b>8</b> | <b>core.ac.uk</b><br>Internet Source                                       | <b>&lt;1%</b> |

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

|   | Pág. |
|---|------|
| I. INTRODUCCIÓN   | 1    |
| 1.1. Antecedentes   | 3    |
| Antecedentes Internacionales  | 3    |
| Antecedentes Nacionales   | 10   |
| 1.2. Identificación del problema  | 11   |
| 1.3. Justificación e importancia del estudio                              | 14   |
| 1.4. Limitaciones del estudio   | 14   |
| II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN   | 15   |
| III. HIPÓTESIS  | 16   |
| IV. MARCO TEÓRICO   | 17   |
| 4.1. Envejecimiento   | 17   |
| 4.2. Envejecimiento cerebral  | 17   |
| 4.3. Envejecimiento normal y patológico                                   | 18   |
| Factores de riesgo  | 20   |
| Factores de protección  | 21   |
| 4.4. Funcionamiento neurocognitivo  | 22   |
| 4.5. Modelos explicativos del funcionamiento cognitivo en adultos mayores | 25   |
| Teoría del déficit inhibitorio  | 26   |
| Teoría de velocidad de procesamiento                                      | 27   |

|  |    |
|--|----|
| Teoría del funcionamiento ejecutivo  | 29 |
| The Scalfolding Theory (STAC)  | 30 |
| Modelo de reducción de la asimetría hemisférica HAROLD   | 31 |
| Modelo de compensación neural CRUNCH   | 31 |
| 4.6. Memoria de trabajo  | 32 |
| 4.7. Control inhibitorio   | 41 |
| 4.8. Velocidad de procesamiento  | 44 |
| V. METODOLOGÍA   | 47 |
| 5.1. Nivel y tipo de investigación   | 47 |
| 5.2. Diseño de investigación   | 47 |
| 5.3. Naturaleza de la muestra  | 48 |
| 5.3.1. Población   | 48 |
| 5.3.2. Muestra   | 48 |
| 5.3.3. Criterios de inclusión  | 48 |
| 5.3.4. Criterios de exclusión  | 49 |
| 5.3.5. Criterios de eliminación  | 49 |
| 5.3.6. Método de muestreo  | 49 |
| 5.4. Instrumentos  | 50 |
| 5.4.1. Evaluación neuropsicológica breve en español (NEUROPSI)   | 50 |
| 5.4.2. Subpruebas de memoria de trabajo y velocidad de procesamiento<br>de la Escala de Inteligencia Wechsler para adultos WAIS IV | 51 |
| 5.4.3. Test de colores y palabras de Stroop  | 54 |
| 5.5. Operacionalización de variables   | 55 |
| 5.5.1. Variable funcionamiento neurocognitivo  | 55 |

|  |    |
|--|----|
| 5.5.2. Variable memoria de trabajo         | 55 |
| 5.5.3. Variable velocidad de procesamiento | 56 |
| 5.5.4. Variable control inhibitorio        | 56 |
| 5.6.Procedimientos y técnicas              | 57 |
| 5.7.Consideraciones éticas                 | 57 |
| 5.8.Plan de análisis                       | 59 |
| VI. RESULTADOS                             | 62 |
| DISCUSIÓN                                  | 79 |
| CONCLUSIONES                               | 88 |
| RECOMENDACIONES                            | 90 |
| REFERENCIAS                                | 91 |
| ANEXOS                                     |    |

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**MT** : Memoria de trabajo

**VP** ; Velocidad de procesamiento

**CIh** : Control inhibitorio

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <i>Pág.</i> |
|---|-------------|
| Tabla 1: <i>Operacionalización de variables</i>   | 57          |
| Tabla 2: <i>Parámetros estimados obtenidos a través del modelo explicativo I entre el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 60 y 85 años</i>          | 64          |
| Tabla 3: <i>Relación por covarianza entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años.</i>  | 65          |
| Tabla 4: <i>Coefficientes de correlación estimados entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años.</i>   | 65          |
| Tabla 5: <i>Índices de ajuste obtenidos para el Modelo explicativo I del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos de 60 – 85 años.</i>                                      | 68          |
| Tabla 6: <i>Parámetros estimados obtenidos a través del modelo explicativo II entre el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 60 y 70 años</i>         | 69          |
| Tabla 7: <i>Relación por covarianza entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 60 y 70 años.</i>  | 70          |
| Tabla 8: <i>Coefficientes de correlación estimados entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 60 y 70 años</i>  | 71          |
| Tabla 9: <i>Parámetros estimados obtenidos a través del modelo explicativo II entre el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 71 y 85 años</i>         | 74          |
| Tabla 10: <i>Relación por covarianza entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 71 y 85 años.</i>   | 75          |
| Tabla 11: <i>Coefficientes de correlación estimados entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 71 y 85 años.</i>  | 75          |
| Tabla 12: <i>Índices de ajuste obtenidos para el Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores incorporando la edad como variable control.</i> | 78          |

## ÍNDICE DE FIGURAS:

|   | <i>Pág.</i> |
|---|-------------|
| Figura 1: <i>Modelo teórico explicativo del funcionamiento neurocognitivo basado en el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60-85 años</i>                                | 63          |
| Figura 2: <i>Modelo explicativo I del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años con estimadores no estandarizados</i>  | 66          |
| Figura 3: <i>Modelo explicativo I del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años con estimadores estandarizados</i>     | 67          |
| Figura 4: <i>Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 70 años con estimadores no estandarizados</i> | 72          |
| Figura 5: <i>Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 70 años con estimadores estandarizados</i>    | 73          |
| Figura 6: <i>Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 71 a 85 años con estimadores no estandarizados</i> | 76          |
| Figura 7: <i>Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 71 - 85 años con estimadores estandarizados</i>    | 77          |

## RESUMEN

El envejecimiento produce una serie de cambios neurocognitivos. *Objetivo:* validar una propuesta de modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo basado en el Control inhibitorio, Memoria de trabajo y Velocidad de procesamiento del adulto mayor. *Diseño:* explicativo-multivariable. *Muestra:* 128 participantes entre 60 a 85 años. *Instrumentos:* Evaluación neuropsicológica breve en español Neuropsi, Test de colores y palabras de Stroop, subpruebas de memoria de trabajo y velocidad de procesamiento de la Escala de inteligencia Wechsler para adultos /WAIS-IV. *Método de análisis:* modelamiento por ecuaciones estructurales *Resultados:* Se plantearon dos modelos explicativos. El modelo I, incluyó toda la muestra donde el control inhibitorio es la variable que se asocia de forma significativa y explica el funcionamiento neurocognitivo ( $\beta=0.222$ ;  $p<0.538$ ). El modelo II, incluyó la edad como variable de control: determinando que la velocidad de procesamiento explica mejor el funcionamiento neurocognitivo en adultos de 60 a 70 años ( $\beta=2.329$ ;  $p=0.030$ ). Ninguna de las variables muestra relación significativa en adultos de 71 a 85 años. No obstante, este modelo obtuvo mejores índices de ajuste CMIN/DF= 1.352; GFI = .950; CFI = .983 y RMSEA=.053. *Conclusiones:* El control inhibitorio explica el funcionamiento neurocognitivo en adultos de 60 a 85 años y la velocidad de procesamiento en adultos de 60 a 70 años, lo que valida el modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo que considera a la edad como variable de control. Por otro lado, la velocidad de procesamiento y memoria de trabajo se asocian significativamente en todas las etapas del envejecimiento.

*Palabras clave:* funcionamiento cognitivo, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, control inhibitorio, envejecimiento

## ABSTRACT

Aging causes a series of neurocognitive changes. Objective: to validate a proposal for an explanatory model of neurocognitive functioning based on Inhibitory Control, Working Memory, and Processing Speed of the elderly. Design: explanatory multivariable. Sample: 128 participants between the ages of 60 and 85. Instruments: Brief neuropsychological evaluation in Spanish called Neuropsi, Stroop color and word test, working memory and processing speed subtests from the Wechsler Adult Intelligence Scale/WAIS-IV. Analysis method: structural equation modeling Results: Two explanatory models were proposed. Model I included the entire sample where inhibitory control is the variable that is significantly associated with and explains neurocognitive functioning ( $\beta=0.222$ ;  $p<0.538$ ). Model II included age as a control variable: determining that processing speed best explains neurocognitive functioning in adults aged 60 to 70 years ( $\beta=2.329$ ;  $p=0.030$ ). None of the variables show a significant relationship in adults aged 71 to 85 years. However, this model obtained better adjustment indexes  $CMIN/DF= 1.352$ ;  $GFI = .950$ ;  $CFI = .983$  and  $RMSEA = .053$ . Conclusions: Inhibitory control explains neurocognitive functioning in adults aged 60 to 85 years and processing speed in adults aged 60 to 70 years, which validates the explanatory model of neurocognitive functioning that considers age as a control variable. On the other hand, processing speed and working memory are significantly associated in all stages of aging.

*Keywords:* neurocognitive functioning, working memory, speed processing, inhibitory control, aging

## I. INTRODUCCIÓN

Producto de los cambios y avances científicos logrados en los últimos años en el ámbito de salud, han ido surgiendo nuevos conocimientos sobre formas de prevención y tratamiento en una serie de dificultades que tiempos atrás significaban situaciones de riesgo a poblaciones vulnerables, como las conformadas por las personas de la tercera edad. Como consecuencia de esto, han disminuido las tasas de mortalidad de dicha población y consecuentemente ha aumentado la expectativa de vida, por lo cual se espera que en el presente y futuro se aprecie un aumento del número de personas que conforman este grupo poblacional y con ello, el aumento de demandas para abordar las dificultades que ellos suelen tener producto del envejecimiento, como son los cambios a nivel del funcionamiento cognitivo.

A nivel global, las naciones unidas reportaron que para el 2050, todos los países (excepto África) aumentarán la cuarta parte de su población con personas mayores de 60 años, de tal forma que a fines del 2050 habrían más de 2 billones de ancianos y para el 2100 esta población superaría los 3 billones. En América Latina y el Caribe, la expectativa de vida está estimada en 76,2 años y el aumento de la población de adultos mayores sigue un ritmo acelerado en la mayoría de los países (Naciones Unidas, 2017). En el Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), indicó que para el 2020 la esperanza de vida de los adultos mayores ascendió a 76,9 años y esta población creció hasta alcanzar una proporción mayor del 10% (4 millones 140 mil; INEI, 2020). Esto significa un aumento de la demanda de medidas en el ámbito de la salud para este grupo poblacional y a pesar de que se vienen desarrollando proyectos de apoyo para este grupo humano, como la llamada “*Década del envejecimiento saludable*” (CEPAL, 2021), aún resulta

incierto el cumplimiento de esos propósitos, pues las características demográficas reportadas indican que no se cuenta con suficientes formas de asistencia para esta población (INEI, 2020).

En cuanto al funcionamiento cognitivo, podemos apreciar que a pesar de contar con mayores formas de control de la salud física, las personas de edad avanzada van a presentar cambios inevitables producto del envejecimiento, que a su vez pueden repercutir en su capacidad de desempeño en las actividades cotidianas y por ello es importante identificar aquellos factores que pueden mostrar un compromiso en su funcionamiento para desarrollar políticas de prevención y evitar que se produzcan efectos significativos en el declive de estas personas, tanto en población sana como en aquellas que presentan alguna forma de deterioro, ya que nuestro país cuenta con pocas medidas de contingencia al respecto. De hecho, se ha encontrado que la prevalencia de deterioro cognitivo en nuestro país está entre el 6.1 y 8.6 % de la población que acude a consulta en la atención primaria, siendo el porcentaje de dificultad levemente mayor en mujeres (58.1%) que en varones (41.9%) (Livia et al., 2019). Además, la frecuencia de deterioro cognitivo leve amnésico, que está fuertemente asociado a una condición degenerativa como la demencia por enfermedad de Alzheimer es del 18% en centros del adulto mayor en Lima (Sánchez Boluarte y Abanto Saldivar, 2017). Sumado a esto tenemos el gran problema que, a nivel global en todos los países, el acceso a los servicios de salud para la detección oportuna de demencia es bastante limitada, en especial para las personas que viven en zonas rurales (World Health Organization, 2023) y nuestro país no es la excepción.

En la actualidad, se ha llegado a identificar variables neuropsicológicas y otras que han sido consideradas como indicadores que podrían explicar el declive cognitivo de las personas de la tercera edad, dentro de las cuales podemos considerar a la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento, el control inhibitorio y las dificultades de tipo sensorial (Park, 2002; Murman, 2015; Ebad y Crewter, 2020). El presente estudio enfoca su interés en las tres primeras variables y busca determinar su nivel de participación en el funcionamiento cognitivo de las personas mayores de 60 años, con el afán de clarificar información encontrada hasta el momento y con el propósito de aportar al descubrimiento de formas de prevención del deterioro de los distintos dominios cognitivos que afectan la calidad de vida de las personas de la tercera edad.

### **1.1. Antecedentes:**

#### **A nivel internacional:**

Park & Schwarz, (2002) realizaron un estudio de revisión teórica donde reportaron la presencia de cuatro mecanismos explicativos del funcionamiento cognitivo en el envejecimiento, que son: la velocidad de procesamiento, la memoria operativa, el funcionamiento inhibitorio y el funcionamiento sensorial, los cuales fueron considerados en base a diferentes teorías y modelos teóricos que se tratarán más adelante, entre ellos la teoría de velocidad de procesamiento de Salthouse (1996), la teoría de memoria operativa de Craick y Byrd (1982), el modelo de inhibición propuesto por Hasher y Zacks (1988) y otros estudios de índole médica que hacen referencia a las funciones sensoriales. A partir de ello, realizaron investigaciones donde determinaron la relación entre la velocidad de procesamiento y la memoria operativa en 301 personas con edades entre los 20 y 90 años

comprobando tres hipótesis planteadas: 1. La varianza del declive cognitivo relacionado a la edad está mediada por las dos variables, velocidad de procesamiento y memoria operativa. Esto indicaría que ambas variables pueden tener una participación significativa dentro del funcionamiento cognitivo en todas las etapas del desarrollo y por ello sería importante apuntar al mantenimiento de estos recursos para mantener la calidad de funcionamiento y evitar un declive rápido en los adultos mayores. 2. En cuanto al desempeño en tareas de memoria y declive cognitivo, la velocidad de procesamiento tiene más relevancia que la memoria operativa y se relaciona con todos los tipos de memoria, lo que indicaría que al comparar el nivel de participación de ambas variables la velocidad de procesamiento podría ser un mejor predictor del funcionamiento cognitivo. 3. La memoria operativa está más relacionada con el recuerdo libre que con el recuerdo espacial, aunque es probable que por sí misma controle el rendimiento en tareas que requieren esfuerzo cognitivo de forma independiente a la velocidad de procesamiento. En cuanto a la inhibición, realizaron otro experimento con actividades de tipo verbal donde comprobaron que para los adultos mayores es difícil realizar tareas de inhibición, lo cual es evidente en diferentes actividades de su vida cotidiana, por lo cual se concluyó que puede ser considerada como un constructo importante dentro del envejecimiento, aunque al momento de su investigación encontraron limitaciones metodológicas para la medición. El presente estudio toma como base estos hallazgos y considera fundamentalmente los 3 primeros mecanismos explicativos del funcionamiento cognitivo en adultos mayores: la velocidad de procesamiento (VP), la memoria de trabajo (MT) y el control inhibitorio (CIh).

Robert et al. (2009) realizaron experimentos para establecer cómo se relacionan la inhibición y la memoria de trabajo durante las distintas etapas de la vida. Para ello, compararon el desempeño de distintos grupos etarios en tareas de MT utilizando una adaptación al francés del Reading Span Test. Formaron 4 grupos: Niños (edad promedio 11.36 años) jóvenes (edad promedio 21.30 años), adultos mayores (edad promedio 64.92 años), y ancianos (edad promedio 75.38 años). En primer lugar, encontraron que los niños y adultos mayores tienen menor capacidad en la memoria de trabajo (recursos atencionales) que los adultos jóvenes, en segundo lugar, descubrieron que la inhibición está relacionada a la capacidad de la memoria de trabajo, lo que indica que esta última no solo se relaciona con la VP. Por último, determinaron que no existen diferencias significativas en el desempeño en función al número de intrusiones cometidos en los distintos grupos de edad, pero sí encontraron diferencias en el tipo de intrusión que presentaban, concluyendo que la disponibilidad de recursos atencionales va cambiando a lo largo del desarrollo y esto tiene un efecto negativo en la capacidad de inhibición, mayoritariamente evidente en los adultos mayores.

Albinet et al. (2012) realizaron un estudio en el que consideraron dos teorías explicativas del envejecimiento cognitivo, que para ellos comparten similitudes poco estudiadas. Se basaron en las teorías del déficit de la Velocidad de procesamiento de Salthouse (1996) y la teoría de funcionamiento ejecutivo de West, (1996). El objetivo de su estudio fue determinar la relación existente entre las medidas frecuentemente utilizadas para valorar los dos constructos señalados en dichas teorías: La velocidad de procesamiento y el funcionamiento ejecutivo (a partir de 3 componentes: inhibición, actualización y alternancia). Participaron 28

adultos jóvenes (18 – 32 años) y 39 adultos mayores sanos (65-80 años), los cuales fueron evaluados con una batería de 3 pruebas experimentales y test psicométricos. Realizaron un análisis de correlación parcial con las tareas utilizadas y descubrieron que las tareas de tiempo de reacción parecen ser una medida más idónea de la velocidad de procesamiento que las tareas de sustitución dígito – símbolo. Por su parte, los análisis de regresión jerárquica evidenciaron que las medidas de velocidad de procesamiento y funcionamiento ejecutivo comparten varianzas mutuas y que ambas no son excluyentes una de otra, pero que cada medida obtenida tuvo un efecto independiente en función de la edad cronológica. Este estudio demostró que es difícil hacer una medida totalmente pura de un dominio cognitivo y que para conocer cómo cada constructo se relaciona con el funcionamiento cognitivo o su declive primero sería necesario encontrar instrumentos o medidas específicas para la función que se pretende valorar. Además, dejó constancia de que la participación de las variables no va a seguir un ritmo constante en el funcionamiento cognitivo, sino que va a tener cambios con el paso de los años.

Zaninotto et al. (2018) realizaron un estudio longitudinal de 8 años que examinó la trayectoria del declive cognitivo en población inglesa, con el objetivo de determinar la influencia de factores relacionados al declive, además de identificar si existe o no diferencias en función del género. Se utilizó el modelado de curva de crecimiento latente para valorar los cambios cognitivos ocurridos por la edad y la influencia de factores asociados. El estudio contó con 10626 participantes de 50 años a más, residentes de casas de reposo privadas. Se valoró el funcionamiento cognitivo con una batería que evaluaba tres dominios cognitivos: Memoria, con la prueba de aprendizaje de palabras (lista de 10 palabras); función ejecutiva,

mediante una prueba de fluidez verbal semántica (nombres de animales), y la velocidad de procesamiento (VP), medida a través de la prueba de cancelación de letras. Además, se evaluaron los efectos de la edad, educación, riqueza, nivel socioeconómico en la infancia, presencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes, actividad física, índice de masa corporal, alcohol, tabaquismo, depresión y demencia. Los resultados mostraron que los tres dominios valorados, memoria, función ejecutiva y VP decaen con el paso de los años y que a medida que la persona se hace más longeva, las dificultades son más significativas. Encontraron además que cada dominio cognitivo presentaba predictores de declive distinto, donde la edad y la presencia de indicadores de demencia predijeron con mayor rapidez el declive en todas las funciones cognitivas, tanto en varones como en mujeres. En cuanto al género, no existe diferencia en torno al declive de las variables, pero las mujeres presentaron menor o más lento declive cognitivo de la memoria, la función ejecutiva y la función cognitiva global en comparación a los varones. Por otro lado, determinaron que la depresión predice el declive de funcionamiento cognitivo global y función ejecutiva solo en varones, la inactividad física fue predictora del declive en memoria y funcionamiento cognitivo global en mujeres. La VP y el funcionamiento cognitivo global mostraron predicción al declive solo en mujeres fumadoras. Además, aquellas que tenían menos educación mostraron más declive en memoria, no obstante, este factor mostró un efecto protector de su funcionamiento cognitivo global. Asimismo, las que provenían de nivel socioeconómico bajo en la infancia tenían menos declive en memoria y funcionamiento cognitivo global que aquellas que pertenecían al estatus más alto. Estos hallazgos determinaron que la edad es un predictor potente en el

funcionamiento cognitivo, pero que los cambios como el declive no solo pueden ser atribuidos a esta variable (que es un factor irreversible), sino que también las distintas funciones cognitivas, como la memoria, VP y otras que en conjunto forman parte del funcionamiento cognitivo global, presentan de forma independiente predictores de su propio declive y estos factores (en la mayoría de casos modificables o previsibles) podrían afectar indirectamente el funcionamiento cognitivo de los ancianos. con lo cual se hace más compleja la tarea de determinar de forma pura las variables que predicen de modo más directo dicho funcionamiento.

Zuber et al. (2019) realizaron un estudio que consideró la participación de las funciones ejecutivas (actualización, inhibición y alternancia) dentro del desempeño de la MT y su objetivo fue correlacionar la participación de estas con las variaciones en el desempeño de acuerdo con la edad. Para ello, evaluaron la MT, VP y las funciones ejecutivas (que incluía la capacidad de inhibición o control inhibitorio) en 175 personas jóvenes y 107 adultos mayores. Se identificaron diferencias significativas en las tareas de MT y Funciones ejecutivas en los dos grupos de edad, además el análisis de regresión y los *path models* mostraron que sólo las capacidades de actualización e inhibición presentaron efectos sobre las variaciones de la MT relacionada a la edad y determinaron que la edad o la VP no son factores que tengan participación significativa en la variabilidad del desempeño de la MT, lo que a consideración de los autores podría significar cambios en la conceptualización de teorías formuladas en función a la MT. De hecho, en cierta medida los hallazgos del estudio discrepan de los argumentos de la teoría de VP y su efecto sobre la MT, pero a la vez reconoce que la participación de la inhibición

no es exclusiva en la variabilidad de la MT con la edad, sino que ésta participa en conjunto con la actualización. De todos modos, deja entender que existe relación entre la MT y el Control inhibitorio, proponiendo a la vez que se considere dentro de los entrenamientos preventivos en adultos mayores los ejercicios de MT que incluyan a las 2 funciones ejecutivas relacionadas.

Recientemente, Cansino et al. (2020) realizaron un estudio sobre variables explicativas del déficit en memoria de la fuente o la memoria contextual, que puede alterarse en el transcurso del desarrollo vital y por lo cual los adultos mayores pueden olvidar el contexto donde se produjo un aprendizaje o adquirieron alguna información. Para ello, consideraron el análisis de cuatro modelos de envejecimiento cognitivo que sustentan las dificultades del funcionamiento cognitivo en los adultos mayores en base a: *recursos de procesamiento, velocidad de procesamiento, reserva cognitiva y el nivel de conocimiento*. La muestra contó con 1554 adultos sanos de 21 a 80 años, divididos en tres grupos (adultos jóvenes, adultos de edad intermedia y adultos mayores). Utilizaron un modelo de ecuaciones estructurales, donde el modelo de recursos de procesamiento fue medido a través de los niveles de discriminación de la MT; el modelo de velocidad de procesamiento se midió en función al tiempo de reacción de la MT; el modelo basado en la reserva cognitiva se valoró a partir de indicadores de educación y el último, modelo de conocimiento a través del vocabulario. Se encontró que los recursos de procesamiento actúan como mediadores de los efectos de la edad sobre el funcionamiento cognitivo de la memoria a lo largo de la vida adulta, en cambio, la velocidad de procesamiento participa como mediadora sólo en adultos jóvenes, la reserva cognitiva lo hace en adultos intermedios, y el nivel de conocimiento

básicamente muestra efectos en el grupo de adultos mayores. El estudio concluyó en que el modelo de recursos de procesamiento mostró mayor fuerza explicativa del deterioro de la memoria de contexto, pero a la vez permitió apreciar que los procesos cognitivos, como por ejemplo la VP pueden tener un nivel de participación variable sobre el funcionamiento cognitivo en función de la edad del adulto mayor.

#### **A nivel nacional:**

Valencia, Morante y Soto (2011), realizaron un estudio evaluando el rendimiento de la VP y la MT en adultos mayores entre los 55 y 75 años para identificar diferencias con respecto a edad, género y nivel educativo. Sus resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la VP entre hombres y mujeres, siendo los primeros quienes mostraron mejor desempeño; no se evidenciaron diferencias de género respecto a la MT. Además, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en consideración de la edad, tanto a nivel de MT como VP, tomando como punto de corte los 63 años, donde los adultos mayores que superan esa edad presentaron un declive en el rendimiento en comparación al grupo de participantes menores de 63 años. Por último, en consideración al nivel educativo, se halló mejor rendimiento en ambas variables en sujetos que contaban con mejores niveles de escolaridad. Este estudio concluyó en que existe declive en las variables MT y VP (que también son consideradas en esta investigación), mostrando a la vez que el nivel de funcionamiento de ambas cambia a medida que se avanza en la edad cronológica, y resaltaron la importancia de ellas como un indicador de apoyo para distinguir entre envejecimiento normal y patológico.

Actualmente se vienen desarrollando una serie de estudios en torno al envejecimiento y funcionamiento cognitivo, la mayoría de ellos en torno al deterioro cognitivo y demencias, pero no se encontraron más estudios específicos relacionados a las variables de estudio.

## **1.2. Identificación del problema:**

Producto del avance ontogenético del ser humano y los cambios neurofisiológicos que ello conlleva, el funcionamiento neurocognitivo va experimentando una serie de cambios reflejados en la funcionalidad en las actividades cotidianas del adulto mayor (Salthouse, 2012; Gonzáles et al., 2013). Estos cambios pueden tener dos destinos: El primero, sería el del envejecimiento normal, que implica una serie de alteraciones leves que interfieren de forma mínima el normal desarrollo del sujeto, pero sin obstaculizar de manera significativa su calidad de vida. El segundo, es menos favorable, pues está relacionado a la aparición de alguna dificultad o patología que impida progresivamente la autonomía cognitiva, conductual, y emocional de la persona, alterando con ello de forma más amplia o global su calidad de vida y generando a nivel social mayor necesidad de asistencia en el ámbito económico y de salud, situación que es muy difícil en nuestro medio. Actualmente, los estudios realizados, señalan que en la población peruana existe una prevalencia entre el 6 y 8% de deterioro cognitivo en Lima (Livia et al., 2019), mientras que la cifra parece más alarmante en el interior del país con una prevalencia que superaría el 50% al sur del territorio nacional (Zegarra et al., 2023). En el caso de la demencia los indicadores son similares, sólo en Lima la prevalencia es de 6.85% (Custodio et. al, 2008) y a nivel nacional, en el 2019 la enfermedad de Alzheimer, que es la causa principal de demencia, afectó a

más de 200 mil personas de la tercera edad en nuestro país (MINSA, 2019), situación que se pudo agudizar con la pandemia por el SARS-CoV-2, que como se sabe, además de secuelas físicas, también se están reportando efectos neurocognitivos con manifestaciones a mediano y largo plazo (Matar-Khalill, 2023). Si además de ello analizamos las condiciones sociodemográficas (tasas de analfabetismo, dificultades económicas, etc.) y de acceso a los servicios de salud limitados con que cuenta esta población (INEI, 2021) podemos entender la importancia de obtener más información sobre formas de prevención de las dificultades que se presentan en la tercera edad. Por esta razón, es una necesidad identificar qué factores pueden estar relacionados a los cambios neurocognitivos en las personas mayores para tomar medidas de intervención oportuna y en el mejor de los casos establecer formas de prevención que minimicen la aparición de estas dificultades.

En la actualidad, diversos estudios están orientados a este gran objetivo, y entre ellos se ha observado la relevancia atribuida a la memoria de trabajo como uno de los factores que podría estar comprometido de manera cercana a los procesos neurocognitivos de alto nivel, en particular su relación con los cambios ocurridos producto del envejecimiento, sin embargo, a pesar de la cantidad de estudios, se han encontrado algunas inconsistencias en los resultados (Braver y West, 2008), por ejemplo, las encontradas al estudiar su participación junto a otros factores que también muestran un declive en el envejecimiento, como el caso de la velocidad de procesamiento o el control inhibitorio. De forma similar, encontramos que existen teorías que avalan la participación del control inhibitorio y la velocidad de procesamiento dentro del envejecimiento (Hasher y Zacks, 1988; Salthouse, 1994),

y a partir de ahí se han realizado investigaciones que resaltan el rol de estos procesos como explicativos del funcionamiento y declive cognitivo en los adultos mayores, pero además también encontramos otros estudios que consideran que estos procesos trabajan de forma integrada, con interacción entre ellos (Sommers & Dessenberger, 2022), sin embargo, tampoco se ha llegado a conclusiones finales, principalmente por razones relacionadas a la metodología, tipo de estudio, formas de medidas de las variables, entre otros. Por eso, en varios de ellos se sugiere realizar más investigación, con diferentes tipos de metodologías, de muestras, de variables, para llegar a datos más consistentes (Robert et al., 2009; Salthouse, 2010; Rey-Mermet & Gade, 2018)

A razón de lo anterior, es interés de este estudio investigar y conocer de manera más precisa la participación de los procesos a los que se ha hecho referencia: control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento, en el funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor, para clarificar los sustentos teóricos que le anteceden y acercarse al logro de un objetivo importante: identificar factores que expliquen cambios en el funcionamiento cognitivo del adulto mayor. Para ello, se ha planteado un modelo teórico que explique el funcionamiento neurocognitivo de los adultos mayores a partir de las 3 variables mencionadas y esta investigación parte de la siguiente interrogante:

*¿Cuál es la validez del modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo basado en el Control inhibitorio, Memoria de trabajo y Velocidad de procesamiento del adulto mayor?*

### **1.3. Justificación e importancia del estudio**

*A nivel teórico y científico*, esta investigación aportará información sobre aspectos neuropsicológicos del adulto mayor y el funcionamiento cognitivo.

*A nivel práctico*, permitirá orientar los planes de evaluación clínica neuropsicológica, así como los programas de estimulación o rehabilitación de las personas de la tercera edad, considerando la valoración de los procesos con mayor implicancia en el funcionamiento cognitivo para así identificar oportunamente posibles señales de dificultad, además de priorizar en la estimulación oportuna de estos procesos previos al deterioro.

*A nivel social*, los alcances obtenidos por el estudio permitirán orientar políticas de acción pública y/o privada en áreas de prevención en salud mental para la población adulta mayor, lo cual favorece el control de aparición temprana de casos de deterioro cognitivo o demencias.

#### **1.4. Limitaciones del estudio:**

Una limitación importante fue la conformación de la muestra de estudio, la cual se logró después de varias convocatorias, pues en muchos casos los participantes no completaron las evaluaciones, disminuyendo el número de la muestra. Además de ello, la falta de instrumentos tecnológicos validados para nuestra población, lo que hubiera enriquecido la información obtenida en esta investigación.

## **II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

### **II.1. Objetivo general:**

- Validar el modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento del adulto mayor.

### **II.2. Objetivos específicos:**

- Determinar si el control inhibitorio explica el funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- Determinar si la memoria de trabajo explica el funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- Determinar si la velocidad de procesamiento explica el funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- Identificar la relación existente entre control inhibitorio y memoria de trabajo en la propuesta de modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- Identificar la relación existente entre memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en la propuesta de modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- Identificar la relación existente entre control inhibitorio y velocidad de procesamiento en la propuesta de modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.

### **III. HIPÓTESIS:**

#### **III.1. Hipótesis general:**

- La propuesta del modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor basado en el Control inhibitorio, Memoria de trabajo y Velocidad de procesamiento es válida.

#### **III.2. Hipótesis específicas:**

- H1: El control inhibitorio explica el funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- H2: La memoria de trabajo explica el funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- H3: La velocidad de procesamiento explica el funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- H4: Existe relación significativa entre control inhibitorio y memoria de trabajo en la propuesta de modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- H5: Existe relación significativa entre memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en la propuesta de modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.
- H6: Existe relación significativa entre control inhibitorio y velocidad de procesamiento en la propuesta de modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo del adulto mayor.

## **IV. MARCO TEÓRICO:**

### **4.1. Envejecimiento**

El envejecimiento puede ser definido como un proceso deletéreo, progresivo, intrínseco y universal ya que se produce en todos los seres vivos a partir del paso del tiempo, como expresión de la interacción entre el programa genético del individuo y su medio ambiente (Rico-Rosillo et al., 2018). La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el envejecimiento inicia a partir de los 60 años en los países en vía de desarrollo, y a los 65 en los países desarrollados (OMS, 2002), probablemente porque poblaciones como la nuestra se exponen a mayores situaciones de riesgo que pueden afectar de forma significativa, aunque diferenciada, la salud de las personas. Con relación al funcionamiento cerebral, el envejecimiento es el principal factor de riesgo para los cambios que se producen tanto a nivel biológico como cognitivo en las personas de la tercera edad, produciendo según estudios longitudinales, diferencias individuales en el rendimiento cognitivo a medida que avanza la edad (Nyberg et al., 2020).

### **4.2. Envejecimiento cerebral**

El concepto de envejecimiento cerebral, hace referencia a los cambios anatómicos y funcionales que se producen en el cerebro con el envejecimiento y el paso tiempo, pero que a consideración de varios autores no guarda un correlato cronológico con la edad, ya que puede iniciar aproximadamente los 30 años, denotando en promedio los cambios cognitivos recién a partir de los 60 años y evidenciar los indicadores de declive en las funciones cognitivas de forma significativa a partir de los 75 años (Small et al., 2011). El envejecimiento

cerebral es dependiente de la interacción de factores genéticos, ambientales, hormonales, metabólicos, estilos de vida y salud (Nyberg et al., 2020; Wrigglesworth et al., 2021), por lo cual el impacto sobre el funcionamiento cognitivo es variable. Por ejemplo, los estudios que se enfocan en la salud y patologías muestran que, a diferencia de los adultos con envejecimiento normal, los pacientes con enfermedad de Alzheimer o esquizofrenia son quienes muestran mayor aceleración en el envejecimiento cerebral (Wrigglesworth et al., 2021), lo cual se evidencia a partir de la atrofia cortical que se puede apreciar en estos pacientes y que tendría implicancia en el deterioro progresivo en su funcionamiento cognitivo. En la población general, se producirán cambios que van a ser irreversibles y heterogéneos, pues se afecta de distinta manera las diversas áreas del cerebro. Entre algunas características se pueden considerar: el descenso del peso del cerebro y su tamaño (en especial en el lóbulo frontal), la disminución de las circunvoluciones con el aumento del tamaño de los surcos, muerte neuronal (en especial en áreas como el locus coeruleus, la sustancia negra y núcleos basales), pérdida de células gliales y disminución de la sustancia blanca. Además de ello, se presentarán cambios metabólicos y bioquímicos, en especial en el hipocampo, así como cambios en la producción de neurotransmisores (Peters, 2006).

#### **4.3. Envejecimiento normal y patológico:**

Podemos considerar al envejecimiento normal aquel relacionado a un buen funcionamiento cognitivo que incide en el adecuado desenvolvimiento en las actividades de la vida diaria, mientras que el envejecimiento patológico, estará relacionado a un proceso de alteraciones de las funciones cognitivas que

generan efectos adversos en el desempeño funcional del individuo en algunas o todas las esferas del desarrollo (cognitivo, social, emocional y/o conductual), situación más relacionada a procesos de tipo degenerativo como las demencias, pero que pueden iniciar con alteraciones sutiles o moderadas como el deterioro cognitivo (Irwin et al., 2018). El deterioro cognitivo, es considerado como “*un estado de funcionamiento cognitivo entre el envejecimiento normal y la demencia*” (Petersen, 2016), donde se pueden alterar una o más funciones cognitivas, pero que no afectarán de forma significativa la funcionalidad global de la persona. Por su parte, la demencia implica una serie de trastornos cognitivos, que tienen correlación con lesiones orgánicas en el cerebro y que afectan de forma significativa la funcionalidad global de la persona (Caixeta et al., 2014), es decir que afectará su desenvolvimiento personal, laboral, familiar, social etc.

Dado el impacto que estas dificultades pueden tener en la sociedad, en la actualidad se busca determinar factores de protección para el envejecimiento normal y también factores de riesgo que pueden llevar al adulto mayor hacia el declive cognitivo. En caso fuera posible controlar dichos factores, se podrían generar formas de prevención oportunas a nivel de salud pública para esta población. A continuación, se abordarán los factores de riesgo y de protección más relevantes.

***Factores de riesgo:*** A nivel de factores generales y psicosociales, se han considerado entre posibles variables predictoras del deterioro cognitivo a la depresión, la calidad de sueño, la nutrición y la velocidad en la marcha, pues se ha encontrado que las personas con elevados síntomas depresivos o que

muestran sueños prolongados, malnutrición y lentitud al andar pueden estar mostrando indicadores de deterioro cognitivo (Rendón-Torres et al., 2021). La depresión y la ansiedad producen cambios neurobiológicos por la reacción prolongada al estrés y por eso son considerados como factores que influyen en la aparición de procesos neuropatológicos como el deterioro cognitivo o la demencia (Ebaid y Crewther, 2020). En nuestro medio, un estudio realizado en población limeña ha identificado entre los factores de riesgo asociados al deterioro funcional con indicadores de demencia lo siguiente: ser mayores de 75 años, no contar con actividad laboral, tener baja escolaridad (menor a 8 años) y haber presentado episodios de depresión recientes (Luna-Solis & Vargas Murga, 2018). Por otro lado, también se está investigando la existencia de marcadores de tipo cognitivo y neurobiológicos presentes a mediana edad (entre los 40 - 60 años) que determinen el paso hacia el envejecimiento patológico y aunque aún no hay datos contundentes, ya se han obtenido indicadores preliminares. Dentro de los marcadores cognitivos, se ha encontrado que las alteraciones de la memoria episódica antes de los 60 años, las alteraciones visoespaciales y ejecutivas, pueden ser indicativos de envejecimiento patológico, mientras que los marcadores biológicos, podrían ser determinados en algunos casos con ayuda de las neuroimágenes, que pueden mostrar los cambios atípicos en la estructura y actividad cerebral de las personas que presentan problemas de demencia (Irwin et al., 2018), como por ejemplo la atrofia en el hipocampo, la condición de portador del APOE-E4 y biomarcadores en el líquido cefalorraquídeo (Custodio et al., 2012).

**Factores de protección:** Dentro de los factores de protección más estudiados con adultos mayores destaca el concepto de *reserva cognitiva*, que es considerada como la capacidad del cerebro para enfrentar los cambios producidos por el envejecimiento o por daño cerebral, a partir de recursos preexistente o recursos compensatorios que podrían reducir el riesgo de la demencia o retardar el envejecimiento cognitivo (Stern, 2012), esta capacidad es diferente en cada persona y está asociada a factores como la educación, la actividad laboral, la inteligencia cristalizada, actividades de ocio, estilo de vida y nivel socioeconómico (Feldberg et al., 2021). Según estudios de metaanálisis, personas con bajo nivel de educación son más propensas a desarrollar rápidamente los síntomas de deterioro o demencia, mientras que personas con alta escolaridad pueden retardar la agudización de los síntomas (Meng & D'Arcy, 2012), por otro lado, en cuanto a la inteligencia, un estudio de cohorte con diseño longitudinal que valoró el funcionamiento cognitivo de 84 ancianos, con un seguimiento por 24 meses, halló que el 14,1% cambió su condición de deterioro cognitivo a demencia, mientras que el resto, que tenía mejor capacidad intelectual, se mantuvieron con deterioro, por lo que el factor intelectual fue considerado como predictor de reserva cognitiva en ancianos de población latinoamericana (Feldberg et al., 2021).

Otros factores de protección pueden ser el apoyo o interacción social y el ejercicio físico. En cuanto al primero, se ha encontrado que, a pesar de presentar depresión, los adultos mayores que cuentan con mayor apoyo social pueden mitigar los efectos de ésta sobre el funcionamiento cognitivo, por lo cual este factor se convierte en una variable moderadora del funcionamiento

cognitivo (Cansino et al., 2020). La otra posible forma de retrasar el deterioro cognitivo sería la actividad física, ya que favorece el funcionamiento cognitivo global y de forma específica parece optimizar el desempeño en las funciones de memoria, atención y función ejecutiva, aunque las investigaciones desarrolladas respecto a este factor han evidenciado diversos diseños y aún no se puede concluir firmemente este hallazgo (Russo et al., 2020).

Como se puede observar la heterogeneidad que encontramos en el estudio del envejecimiento se debe a una serie de variables, biológicas y ambientales que inciden en el funcionamiento cerebral y cognitivo de los adultos mayores, y es por eso por lo que aún con las técnicas y disposición de recursos que cuentan muchas investigaciones es factible encontrar algunas contradicciones en cuanto a las variables que se pretenden estudiar.

#### **4.4. Funcionamiento neurocognitivo**

Las funciones neurocognitivas son un conjunto de funciones cognitivas asociadas con vías o conexiones que se desarrollan en el cerebro, que son importantes para el desenvolvimiento de la persona en su vida diaria y que pueden verse afectadas en casos de patologías que afectan al funcionamiento cerebral (Sharafkhaneh & Grogan, 2015). Por su parte, el término funcionamiento cognitivo hace referencia al trabajo de múltiples habilidades mentales, tales como el aprendizaje, razonamiento, pensamiento, evocación, toma de decisiones, solución de problemas y atención, a lo cual se puede acceder mediante evaluaciones psicológicas de tipo neuropsicológico (Rogers et al., 2020). Para efectos de este estudio el concepto será considerado como un símil al funcionamiento *neurocognitivo*, que a su vez es una variable de estudio

y cuya medición se realizará por medio de la evaluación neuropsicológica pertinente.

El nivel de funcionamiento cognitivo tiene repercusiones sobre la calidad de vida de las personas, ya que genera un impacto en su desenvolvimiento en las actividades de la vida diaria, por ello es de suma importancia conocer cómo se desarrolla o qué factores influyen en su actividad, para generar estrategias de tipo preventivo, en especial con la población de adultos mayores. Por lo general, muchos estudios aluden a la edad como un indicador importante del declive del funcionamiento cognitivo, pero otros estudios también consideran mecanismos o factores de tipo cognitivo, como los presentados en esta investigación, que pueden afectar el funcionamiento del adulto mayor. Por ejemplo, un estudio en base al modelo teórico del declive cognitivo relacionado a la edad señaló que los déficits en MT, VP y CIh, permiten explicar diferencias en el comportamiento de los ancianos sanos en actividades propias de su edad y señaló como las limitaciones en la MT y la VP afectan su capacidad para comprender y seguir indicaciones médicas o utilizar nuevos dispositivos médicos en casa (Brown & Park, 2003). De otro lado, un estudio longitudinal desarrollado en España con 1531 personas, categorizados en 4 grupos estratificados a partir de 50 años, confirmó que el funcionamiento cognitivo experimenta cambios con la edad, no obstante, el grado de declive puede ser variable en las distintas funciones cognitivas cuando se toman en cuenta factores como el grado educativo o la actividad laboral que podrían permitir al individuo retrasar las evidencias del declive (González et al., 2013). De forma similar Park et. al (2001), plantean que existen mecanismos generales, como la

VP y mecanismos específicos como las funciones ejecutivas, entre las que se considera a la MT y el CIh, que declinan con la edad y dan soporte a procesos cognitivos como el razonamiento, la evocación de la información a largo plazo, la codificación de la información, así como el desempeño en actividades de la vida diaria, por lo cual el declive en ellas se verá apreciado en las dificultades mostradas en los adultos mayores, pero estos autores reconocen que dichos mecanismos no declinan de forma homogénea y que por ello es necesario conocer cómo actúan estos mecanismos por separado y en conjunto. Este estudio concuerda con esa línea de investigación.

A partir de las evaluaciones neuropsicológicas se han determinado cambios en el funcionamiento cognitivo esperados en las personas con envejecimiento normal, según Ardila y Rosselli (2007), Custodio et al., (2012) tenemos:

- Percepción: cambios en la agudeza visual y auditiva, disminución de la velocidad perceptual visual.
- Habilidades Visomotoras y espaciales: descenso en la cognición espacial, lentitud en habilidades visoespaciales y constructivas, disminución en la habilidad para detectar figuras incompletas, en tareas de codificación, localización en el espacio y memoria de localización táctil.
- Memoria: disminución en la capacidad de almacenamiento y aprendizaje, con incremento en olvidos, siendo más afectada la memoria reciente, asociado a dificultades en estrategias de almacenamiento y manteniéndose la memoria a largo plazo. Conservación de la memoria semántica y procedimental, disminución de la memoria de trabajo, memoria episódica y prospectiva.

- Atención y funciones ejecutivas: lentificación en los tiempos de reacción asociado a dificultades en actividad motora, disminución de la flexibilidad cognitiva y planificación, con problemas para detección de errores y capacidad de cambio.
- Lenguaje: proceso que parece no afectarse con los años, manteniéndose la información semántica y el vocabulario, aunque les puede costar más desarrollar tareas de comprensión de estructuras sintácticas complejas o inferencias. Los cambios en lenguaje pueden aparecer de manera más notoria alrededor de los 80 años.

#### **4.5. Modelos explicativos del funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores**

Actualmente existe amplia investigación en torno al envejecimiento y funcionamiento cognitivo del adulto mayor, no obstante, aún no hay consenso con relación a cómo afecta el envejecimiento al funcionamiento cognitivo y por ello el motivo de esta investigación. Lo que se conoce hasta el momento es que los efectos pueden ser heterogéneos, pues se ha encontrado que funciones como la atención y memoria pueden tener un impacto negativo con el envejecimiento, mientras que otros procesos cognitivos pueden permanecer relativamente conservados (Davidson & Winocur, 2017). Algunos de los modelos teóricos propuestos se basan en estudios de tipo cognitivo, destacando por ejemplo, el rol de la velocidad de procesamiento o el déficit en inhibición que tratan de explicar como a partir de un proceso en particular se afecta el funcionamiento cognitivo; otros en cambio, en especial en épocas más recientes, muestran evidencia de tipo neuroanatómica basados en el uso de tecnología como las

neuroimágenes (Dennis et al., 2020), pero no se ha encontrado alguna integración de esas posturas en un solo modelo (Ebaid & Crewther, 2020), situación que debería ser tomada en cuenta, pues las diferencias interindividuales se producirán en función a la interacción de los factores que intervienen durante el proceso de desarrollo vital del individuo. A continuación, se revisan algunos modelos y teorías explicativas:

#### **A. Teoría del déficit inhibitorio**

Esta teoría fue planteada por Hasher y Zacks (1988) y corresponde a un modelo basado en la atención y a estudios realizados en diferencias en grupos etarios (Ebaid & Crewther, 2020), refiere que para la ejecución de una tarea cognitiva, es importante contar con un mecanismo de inhibición que impida que la información irrelevante ingrese al procesamiento de la información relevante en curso, pues de ese modo, se prestará atención y recursos a información que no es necesaria, con lo cual se generaría un efecto adverso en el desempeño de la actividad cognitiva, afectando a la MT (Hasher & Zacks, 1988). De ese modo, en el caso de los adultos mayores, lo que explicaría el declive en el funcionamiento cognitivo o la menor eficiencia en la ejecución de tareas cognitivas sería el déficit en la atención que se le presta a la tarea y limitaciones en la MT relacionado al declive en los mecanismos de inhibición (Hasher & Zacks, 1988).

Esta teoría propone 3 funciones que participan en el control de la sobreactivación de respuesta a señales del entorno y el pensamiento: acceso, eliminación y restricción. En conjunto, las 3 explicarían la lentitud en el procesamiento, las dificultades en la memoria de trabajo y la mayor

susceptibilidad a la interferencia que presentan los adultos mayores (Lustig et al., 2007; Hasher & Campbell. 2020).

*Acceso*, se refiere al control del foco atencional mediante la inhibición de información irrelevante. Esta capacidad para ignorar distractores se ve disminuida en el envejecimiento, produciendo con ello una alteración en la velocidad de procesamiento

*Eliminación*, consiste en eliminar la información irrelevante del foco de atención, por ejemplo, información que fue importante en una situación anterior, pero no en la actividad en curso. Esta capacidad está disminuida en los adultos mayores y al parecer tiene una participación importante en la memoria de trabajo, porque afectaría la capacidad de mantener la información que se está almacenando libre de distractores (Blair et al., 2011).

*Restricción*, se refiere a la capacidad de supresión de respuestas inapropiadas en la actividad en curso, que puede ser medida por tareas tipo *go - no go*, donde el individuo debe responder ante estímulos indicados (*go*), pero no debe dar señales de respuesta ante la aparición de determinados estímulos, distintos a los indicados (*no go*).

## **B. Teoría de velocidad de procesamiento**

Esta teoría fue desarrollada por Salthouse (1996), argumenta que a medida que la persona envejece disminuye su velocidad de procesamiento de la información y esto a su vez produce efectos negativos en el funcionamiento cognitivo (Salthouse, 1996). La teoría alude a dos mecanismos afectados: el mecanismo de tiempo limitado y el mecanismo de simultaneidad, los cuales en

conjunto producirían las alteraciones en el funcionamiento cognitivo de procesos como la memoria o el razonamiento (Salthouse, 1996).

*El mecanismo de tiempo límite*, se basa en el hecho que al ser más lento el procesamiento y ejecución de actividades cognitivas, eso trae como consecuencia que muchas tareas no llegan a ser procesadas y completadas dentro de un tiempo estimado, lo cual es observado en los adultos mayores, que a diferencia de los jóvenes muestran más lentitud y toman más tiempo en procesar la primera parte de una tarea cognitiva, disminuyendo con ello el tiempo disponible para procesar el resto de la tarea en actividades que tienen tiempo limitado de ejecución (Salthouse, 1996).

*Mecanismo de simultaneidad*, refiere que, por la lentitud del procesamiento, sólo es posible procesar una cantidad reducida de información, debido a que la información procesada tempranamente puede ya no estar disponible cuando se requiere posteriormente para completar el procesamiento de la tarea (Salthouse, 1996). Este mecanismo sería el que estaría implicado en el desempeño en tareas en la memoria de trabajo, debido a que la lentitud en el procesamiento afectaría la capacidad de codificación y almacenamiento de la información de la memoria de trabajo, por lo cual el adulto mayor no lograría procesarla completamente y su bajo rendimiento entonces no se debería al olvido de información, sino a que no llegó a codificar la información requerida (Salthouse, 1994).

### C. Teoría del funcionamiento ejecutivo

El planteamiento de esta teoría desarrollada por West (1996), se basa en el análisis de los cambios que se producen en la corteza prefrontal producto del envejecimiento y sus efectos en el funcionamiento cognitivo. Considera que el córtex prefrontal tiene una organización jerárquica de procesos interactivos, los cuales organizan la conducta y cognición de la persona, pero que a la vez tienen un soporte en procesos secundarios: la memoria retrospectiva, la memoria prospectiva, el control de la interferencia y la inhibición de respuestas prepotentes. De ellos, el control de la interferencia estaría relacionado al funcionamiento del córtex prefrontal orbital, mientras que los otros dependen del funcionamiento del área dorsolateral.

Según este modelo el declive en el funcionamiento de los cuatro procesos se puede ver alterado con el paso de los años. *La memoria retrospectiva* es la que permite mantener en tiempo real información relevante mientras se desarrolla una actividad, pero puede verse debilitada cuando se requiere de información contextual y no semántica. *La memoria prospectiva*, prepara al individuo para realizar actividades futuras en respuesta de señales internas o externas, pero se puede afectar en ausencia de recordatorios externos y además la situación podría agravarse cuando está disminuida la memoria episódica. *El control de la interferencia* realiza tareas de eliminación de información irrelevante para la acción en curso de la memoria retrospectiva, mientras que *la inhibición de respuestas* evita que el comportamiento brinde respuestas dominantes inapropiadas para la actividad. El modelo de funcionamiento ejecutivo sugiere que estos se ven comprometidos en el envejecimiento, por lo

cual los adultos mayores pueden presentar dificultades en suprimir información irrelevante o tendencia a responder con patrones de comportamiento inadecuados a la actividad.

#### **D. “The Scalfolding Theory of aging and cognition” (STAC)**

En nuestro idioma podríamos interpretar el nombre como teoría del “andamiaje” del envejecimiento y cognición. La STAC fue desarrollada por Park y Reuter (2009) como un modelo que integra información de neuroimagen a nivel estructural y funcional, aludiendo en su propuesta que el desempeño o nivel de funcionamiento cognitivo de los adultos mayores son el resultado del deterioro que se desarrolla tanto a nivel neural y funcional. Además, este proceso no iniciaría en la adultez tardía, sino a lo largo del desarrollo, donde el cerebro se ve expuesto a una serie de cambios cognitivos, por los cuales debe adaptarse como un proceso de neuroplasticidad (Reuter-Lorenz & Park, 2010). De hecho, tanto estudios transversales como longitudinales están de acuerdo en que el declive del funcionamiento cognitivo inicia en la adultez temprana, pero que los síntomas del declive recién se inician en la adultez tardía (Park et al., 2001). Entre los cambios neurales estructurales el modelo menciona los cambios en el grosor cortical y atrofia, pérdida de integración de sustancia blanca y agotamiento de la dopamina que se evidencian producto del envejecimiento, mientras que a nivel funcional señalan procesos de desdiferenciación, alteraciones en la conectividad y un decremento de la activación en las estructuras temporales mediales. El proceso de andamiaje permite que el adulto mayor mantenga un buen funcionamiento, pero denotando a diferencia de los adultos jóvenes, mecanismos de compensación

con sobre activación en regiones predominantemente prefrontales, además de parietales, seguidas de regiones temporales mediales y occipitales (Reuter-Lorenz & Park, 2010).

En la revisión realizada el 2014 (denominada ahí como STAC – r) la teoría añade factores relacionados al curso de la vida, los cuales pueden mejorar o por el contrario disminuir los recursos neuronales con que cuenta la persona y así afectar a través del tiempo tanto la estructura, el funcionamiento cerebral y la cognición en el individuo. A diferencia de la versión original, toma en cuenta estudios de corte longitudinal que identifican factores protectores y de riesgo para el funcionamiento cognitivo del adulto mayor. Dentro de los primeros brinda relevancia a factores relacionados al concepto de reserva cognitiva tales como el nivel educativo, intelectual, actividad mental y también el ejercicio físico, mientras que como factores de riesgo señala en primer término la presencia del gen APOE- 4, un factor genético que indica el riesgo de padecer la enfermedad de Alzheimer, y luego alude a otros factores como la presencia de enfermedades cardiovasculares y otras que afectarán el funcionamiento cognitivo del adulto mayor (Reuter-Lorenz & Park, 2014).

#### **E. Modelo de reducción de la asimetría hemisférica en la vejez (HAROLD)**

El modelo pone en relieve la bilateralidad cerebral, especialmente en el córtex prefrontal (Grandi & Tirapu Ustárroz, 2017), refiere que a medida que envejecemos se presentan cambios en la actividad cerebral prefrontal durante el desempeño cognitivo y que ésta tiende a ser menos lateralizada en los adultos

mayores pudiendo generar un mecanismo de compensación, situación que ha sido evidenciada a partir de estudios de neuroimagen en procesos cognitivos como la memoria episódica, memoria semántica, memoria de trabajo, el control inhibitorio y la percepción (Cabeza, 2002).

#### **F. Modelo de compensación neuronal (CRUNCH)**

Este modelo establece relación entre la sobre activación cerebral y la complejidad de la tarea cognitiva (Grandi & Tirapu Ustárrroz, 2017). Se basa en estudios de neuroimagen que reportan cómo a medida que una persona se enfrenta a una tarea cognitiva de mayor complejidad, se van a presentar mayores niveles de activación neuronal, pero que el envejecimiento aumenta el nivel de activación requerido por la tarea. Reuter y Campbell (2008), encontraron que, en tareas sencillas de memoria operativa, los adultos mayores presentaban sobre activación de áreas prefrontales dorsolaterales en comparación a los adultos jóvenes y por ello concluyeron en que los ancianos pueden alcanzar en algún momento un límite en su potencial de activación y por ello muestran menor eficiencia para llevar a cabo tareas más complejas (Grandi & Tirapu Ustárrroz, 2017).

#### **4.6. Memoria de trabajo**

El concepto de memoria de trabajo (MT) fue introducido por Baddeley y Hitch a mediados de los años setenta como un cambio a los modelos estructurales de memoria que predominaban en aquel entonces (Baddeley, Eysenck y Anderson, 2010) y fue definida como la capacidad para realizar el almacenamiento y procesamiento de la información en la memoria a corto plazo

y que es muy importante para la ejecución de diversas actividades cognitivas (Baddeley, 2012). Inicialmente el modelo planteaba un multisistema con 3 componentes: *bucle fonológico*, para el procesamiento de información verbal o auditiva; *agenda visoespacial*, para información visual y espacial; y *ejecutivo central*, componente que coordina con los otros dos componentes y que realiza las tareas más complejas, además que estaría más relacionado a las capacidades inhibitorias de supresión mientras se realizan las tareas duales de almacenamiento y procesamiento de la información. Actualmente, el modelo considera como cuarto componente *el buffer episódico*, que se relaciona a los otros componentes con el aporte de información de largo plazo (Baddeley, 2012).

Las variables asociadas al desempeño en MT han sido diversas y dentro de ellas la edad parece ser la que más influye. Hay abundante información avalada con metaanálisis que reportan que la edad está relacionada al declive en MT (Verhaeghen et al., 2019). Cuando se ha valorado la relación entre edad, la educación y MT, por ejemplo, en el rendimiento con tareas de tipo N-Back, se ha encontrado una relación lineal e inversa con la primera variable, pues a mayor edad es menor el rendimiento en MT. En cambio, el nivel educativo, favorece el desempeño en esta tarea, de tal modo que, a pesar de ser una persona de edad avanzada, el mayor número de años de escolaridad permiten tener un rendimiento mejor comparado a personas de edad similar, pero con menor nivel educativo (Valencia, Morante y Soto, 2011). Por su parte, el sexo presenta influencia con límites de significancia, observándose un discreto mejor desempeño en tareas de MT en varones que en mujeres. Entonces, si bien es

cierto, la edad tiene un efecto importante sobre el funcionamiento de la MT (Pliatsikas et al., 2018; Salazar-Villanea et al., 2015), ésta puede ser modulada por la escolaridad y el sexo (Pliatsikas et al., 2018).

***Memoria de trabajo y envejecimiento:***

La MT ha demostrado ser una habilidad que se asocia al declive cognitivo en los adultos mayores sanos y también en aquellos que presentan envejecimiento patológico, pues las dificultades en MT son consideradas como síntomas en los trastornos neuropsicológicos del deterioro cognitivo y en la demencia cortical por la enfermedad de Alzheimer, por lo cual se cree que la estimulación de la MT puede ser útil en programas de prevención e intervención en adultos mayores (Zuber et al., 2019), y se ha encontrado que el entrenamiento en este proceso, puede producir mejoras en el funcionamiento cognitivo de las personas de la tercera edad (Matysiak et al., 2019). En cuanto a su estructura, la evidencia señala que se mantiene el funcionamiento de los componentes descritos por Baddeley (2012) de forma similar a los adultos jóvenes, sin embargo, en cuanto al tipo de estímulo que se debe procesar, se aprecia un mayor declive en la MT de tipo visoespacial en comparación a la MT para estímulos verbales (Hale et al., 2011).

La MT ha sido muchas veces estudiada en relación con las funciones ejecutivas y para entender cómo se afecta por la edad, así como su impacto sobre otras áreas de la cognición, se han incorporado una variedad de estrategias de análisis. De ellas, se pueden plantear los siguientes (Braver & West, 2008):

*1. Los estudios que contemplan la aproximación de covariación transaccional:* Han sido diseñados para fundamentar en qué grado la variación

en medidas de función ejecutiva o MT covaría con cambios relacionados a la edad en otras medidas de cognición y estatus funcional. Dichos estudios han logrado demostrar que los debilitamientos relacionados a la edad como memoria episódica, actividades de la vida diaria, y otras medidas, son mediadas por diferencia individuales en funcionamiento ejecutivo.

2. *Estudios de neurocognición*: son estudios de utilidad para definir las bases anatómicas de los cambios y declives en el funcionamiento ejecutivo o MT en el envejecimiento. Respecto a ello existe el consenso de que los efectos del envejecimiento son de alguna manera más evidentes sobre procesos cognitivos dependientes del córtex prefrontal, que sobre los procesos cognitivos dependientes del córtex posterior. Además, las dificultades en los ancianos estarían más relacionadas a daño lateral versus medial frontal. En esa línea, se ha buscado biomarcadores que relacionen cambios anatómicos o químicos con los cambios cognitivos. A nivel neuroanatómico, se ha encontrado que la disminución en el volumen de la materia gris en el córtex prefrontal guarda relación con dificultades cognitivas en tareas que se utilizan para la medida de función ejecutiva; mientras que, a nivel neuroquímico, se ha evidenciado que la alteración en los receptores de dopamina explica las varianzas que hay por edad ante las tareas de tipo ejecutivo donde interviene la MT. (Backman & Farde, 2005). Así mismo, con apoyo de neuroimágenes, se ha observado que existe una diferencia en el comportamiento cerebral entre jóvenes y ancianos, de tal forma que los segundos muestran áreas de activación que representan una especie de compensación a su dificultad para ejecutar las tareas propuestas y deficiencias en las estrategias de tipo cognitivo. En torno a ello, las

neurociencias cognitivas han considerado en años recientes a cuatro modelos explicativos como los más importantes: 1. El modelo HAROLD, que hace referencia a la disminución de la simetría cerebral, especialmente en el córtex prefrontal. 2. el paradigma PASA, que se enfoca en la polarización neuronal (anterior – posterior). 3. el modelo CRUNCH que enfatiza la sobre activación neuronal en los ancianos. 4. el modelo ELSA que se enfoca en la recuperación cerebral (Grandi & Tirapu Ustárrroz, 2017).

*3. Estudios que utilizan análisis de procesos:* Éstos son diseñados para determinar los procesos cognitivos que agudizan los declives cognitivos producto del envejecimiento sobre el rendimiento de varias medidas de función ejecutiva o MT. Para ello, diversos investigadores están intentando crear diferentes formas de medida para intentar aislar los procesos de interés de estudio, por ejemplo, utilizando modelos matemáticos.

Por otro lado, se han planteado supuestos teóricos, que hacen referencia a procesos implicados en la memoria de trabajo, así tenemos:

*Declive en la velocidad de procesamiento,* lo cual sugiere que los déficits en memoria de ancianos no estarían directamente relacionado a una afectación o disminución en los procesos de memoria en sí, sino más bien a una generalizada disminución de la velocidad de procesamiento que ocurre en las personas de la tercera edad. Esto se sustenta en la teoría de Salthouse (1996), quien afirma que, con la edad se produce un enlentecimiento en el sujeto que afecta la MT por dificultar la capacidad de codificar la información para el almacenamiento (Zuber et al., 2019)

*Reducción de los recursos de procesamiento*, esto se basa en el hecho de que, al producirse una merma en recursos atencionales, las personas mayores dificultan su capacidad de codificación de la información y llevar a cabo tareas cognitivas, en especial las más complejas.

*Déficits inhibitorios*. Hace referencia a las deficiencias en los recursos de acceso, eliminación o supresión y restricción señalados anteriormente en la teoría inhibitoria, dado que estas son necesarias para proveer control sobre el acceso a la MT, permiten la reducción de información que no es relevante durante una tarea cognitiva y provee un fuerte control sobre las respuestas inapropiadas, manteniéndolas fuera de la tarea (Robert et al., 2009). Por esa razón, Hasher y Zacks (1988) aseguran que la MT no está limitada con la edad, sino que se produce una especie de “desorden mental”, donde los adultos mayores presentan dificultad para desechar información irrelevante durante la ejecución de tareas, mostrando problemas a nivel de supresión en la MT.

*Déficits en el control cognitivo*. El cuarto supuesto plantea una combinación de dos situaciones: la reducción de recursos (Robert et al., 2009) y el déficit inhibitorio, por lo cual los ancianos se caracterizan por un pobre control ejecutivo de procesamiento cognitivo. Los procesos cognitivos, pueden ser de dos tipos: uno *automático*, que requiere de pocos recursos de control y que se asume sería inmune a la edad; y otros son los procesos *controlados*, que necesitan de intención, conciencia y mayor esfuerzo en control y por tanto son afectados por el paso de los años. De ese modo, el déficit en control afectaría dos procesos de memoria que requieren de procesamiento controlado: al inicio,

para mantener estrategias en la codificación de información, y al final para recuperar la información inhibiendo información irrelevante.

Adicionalmente, también se pueden presentar *déficits en las estrategias* (Zuber et al., 2019), que en combinación con las deficiencias cognitivas producirán problemas en los adultos mayores para utilizar apropiadamente estrategias de codificación de la información en curso.

Como se puede apreciar, la literatura en torno a la MT relaciona a este proceso con la VP y el CIh que son otros procesos que también declinan con la edad, lo cual indica que hay una participación conjunta de estos procesos. Pero no queda claro cuál de ellos predomina en el funcionamiento cognitivo.

Braver y West, (2008) han considerado que el modelo multisistema de la memoria de trabajo implica una sólida base para la investigación sobre envejecimiento cognitivo, que separa por dentro dos mecanismos (uno de procesamiento y otro de almacenamiento), pero refieren que las medidas utilizadas se enfocan básicamente en aspectos de tipo ejecutivo o procesamiento, por lo cual para ellos cuando se mide el spam de almacenamiento, no quedaría claro si el resultado obtenido por el evaluado es su capacidad de almacenamiento propiamente dicho o más bien su capacidad de control ejecutivo requerido en el procesamiento de la información. Con ello, estos autores señalan que las incongruencias encontradas en las investigaciones en la MT podrían deberse a situaciones de tipo metodológico como la elección de la tarea para evaluar la MT. Han observado que cuando se han utilizado medidas simples, por ejemplo, retención de dígitos, se ha identificado mínimas diferencias en el rendimiento relacionado a la edad, en contraste, cuando se han

utilizado medidas complejas, como la clásica medida de amplitud de lectura (en la que el sujeto tiene dos tareas: recordar cada vez más número de frases y recordar la última palabra de cada frase), los resultados evidencian de forma confiable diferencias entre los evaluados con respecto a la edad. Esta situación sugiere buscar metodologías para valorar de manera más precisa la participación de esta variable de estudio. Si se sabe que la memoria de trabajo cumple dos funciones, de almacenamiento y procesamiento de manera simultánea, se esperaría que la forma de medición sea aquella que cumpla con esos dos aspectos y para ello al parecer, las medidas complejas serían las más apropiadas, pues las medidas simples sólo evidenciarían un solo aspecto. Sin embargo, en particular el uso de la prueba de dígitos es ampliamente utilizada en la evaluación neuropsicológica porque ha demostrado a nivel mundial (incluida población de hispanohablantes) la capacidad de medición de los dos procesos de la MT, las diferencias en su desempeño van especialmente dirigidas a diferencias en aspectos culturales y de escolaridad de los evaluados (Ostrosky-Solís & Lozano, 2006; Tripathi et al., 2019).

Una postura que contrasta con la teoría de MT de Baddeley se fundamenta sobre las concepciones del control cognitivo y mantenimiento de objetivos, cuyo funcionamiento decae con el envejecimiento asociado al descenso en el funcionamiento de la corteza prefrontal dorsolateral (Paxton et al., 2008). Los fundamentos sobre control cognitivo refieren que existen dos mecanismos de control que actúan dentro de la MT: proactivo y reactivo (Braver & Burgess, 2008), los cuales controlan, no solo el componente ejecutivo, sino también el de almacenamiento en la MT (Paxton et al., 2008). *El control proactivo*, se

especializa en anticipar y prevenir la interferencia es una forma de control preventivo que permite el mantenimiento de la información importante, por ejemplo en el seguimiento de instrucciones, para brindar una respuesta apropiada a la indicación; en cambio, *el control reactivo*, permite detectar y solucionar la interferencia mientras ocurre, en compensación a la dificultad del control proactivo (Manard et al., 2014) De los dos mecanismos, el de control proactivo se altera en el envejecimiento (Paxton et al., 2008; Braver & Burgess, 2008; Manard et al., 2014). Al relacionarse el funcionamiento de los procesos de control con el funcionamiento en la corteza prefrontal dorsolateral, se ha observado que las dificultades en esas habilidades producen un cambio compensatorio en los adultos mayores (tales como los comentado antes en los cambios neurobiológicos) que pasan del uso de procesos de control proactivo (presente en jóvenes) a utilizar los procesos reactivos (Paxton et al., 2008), siendo así que con la edad declina el control proactivo, pero se conserva el control reactivo y estos cambios aparecen especialmente en tareas cognitivas complejas (Manard et al., 2014).

Estos fundamentos dejan entrever una participación de los procesos de inhibición en los llamados mecanismos de control que explicarían el declive de la MT en las personas mayores, sin embargo, otros estudios realizados en torno al control proactivo han reportado que este mecanismo se mantiene conservado en los ancianos, con lo cual no existiría un déficit general de tipo inhibitorio en estas personas (Archambeau et al., 2020).

Al respecto, Verhaeghen et al. (2019) realizaron estudios para comprender las causas y las consecuencias del declive en el funcionamiento de la MT,

encontrando que no se cumple la hipótesis del efecto de déficits en control inhibitorio o dificultades de resistencia a la interferencia (medidas con la tarea de Stroop), y más bien la dificultad estaría más asociada al proceso de mantenimiento de la información o la capacidad de atención dividida que tiende a decaer con la edad, por lo cual, a diferencia de las personas jóvenes, los ancianos tienen dificultad en desarrollar tareas duales de la MT, ya que les cuesta mantener en la mente más de un estímulo. Otro estudio mostró que, de los procesos de inhibición, solo el de eliminación afecta a la MT particularmente en el componente de almacenamiento, pero no se ha encontrado efectos significativos sobre el procesamiento (Blair et al., 2011), con lo que se comprueba que aún no es clara la relación de la MT con el CIh relacionados a la edad.

#### **4.7. Control inhibitorio**

El control inhibitorio (CIh) es la capacidad de controlar la atención, pensamientos, emociones y conductas inapropiadas en el momento que se requiere (Diamond, 2013). El concepto de inhibición es entendido como “*un mecanismo que permite la habilidad para controlar información irrelevante, evitando la interferencia que esta provoca en la ejecución de cualquier proceso cognitivo*” (Hasher y Zacks, 1988).

Algunos autores lo han considerado como un recurso de control cognitivo junto a la memoria de trabajo y a la flexibilidad cognitiva, que en conjunto son un set de procesos de tipo top-down que participan en la eficacia de estrategias para hacer frente a una tarea cognitiva (Hinault & Lemaire, 2020). Es así mismo considerado como una de las funciones ejecutivas (Diamond, 2013) y desde esa

perspectiva se ha definido como “*la capacidad de control sobre los demás procesos neuronales que se llevan a cabo dentro y fuera de la corteza prefrontal*” (Flores y Ostrosky, 2012), según lo cual la corteza prefrontal estará en capacidad de:

- a) Inhibir una respuesta de tipo impulsiva o ecoprásica frente a un estímulo dado.
- b) Regular la activación de diversas opciones de respuesta que compiten entre sí
- c) Permitir la activación de la representación adecuada para generar la respuesta apropiada.
- d) Inhibir el patrón de respuesta cuando deja de ser útil o relevante para la tarea.

El CIh puede ser considerado a través de 2 procesos: *Respuesta de inhibición*, que es la habilidad para suprimir una respuesta prepotente, y la *inhibición atencional*, que considera la capacidad de resistencia a la interferencia o resistencia a la distraibilidad (Tiego et al., 2018), ambas han sido consideradas dentro de una propuesta de modelo para funcionamiento prefrontal cuya participación sirve de soporte a diversos procesos cognitivos (West, 1996).

### **Control inhibitorio y envejecimiento:**

El CIh ha sido considerado como uno de los mecanismos que explica los cambios cognitivos en el envejecimiento (Hasher & Campbell, 2020), incluso con mayor relevancia que la MT (Hasher & Zacks, 1988). Como se ha podido apreciar, por lo general su relación con el envejecimiento ha sido estudiada a

partir de su participación dentro de la MT (Hedden & Park, 2001; Robert et al., 2009) donde según la teoría inhibitoria (Hasher & Campbell, 2020), de los tres procesos de inhibición, solo el de eliminación ha mostrado su efecto sobre la capacidad de almacenamiento (Blair et al., 2011), por lo que a medida que avanza la edad, las personas mayores van mostrando dificultad para enfocar la atención en información relevante o en inhibir la atención a la información irrelevante. Además, se ha observado que la capacidad de supresión disminuye tanto en personas con envejecimiento normal como en pacientes con demencia por enfermedad de Alzheimer, aunque con un decremento cuantitativamente más evidente en los segundos (Collette et al., 2009). Esta consideración ha recibido apoyo, pero también ha recibido algunas críticas principalmente por situaciones de tipo metodológico y el uso de tareas utilizadas para su medición con relación al funcionamiento cognitivo. Hace unos años, Rey-Mermet & Gade (2018) desarrollaron un metaanálisis con 176 estudios con el propósito de determinar si la dificultad de inhibición en los adultos mayores se presentaba en tareas específicas o a nivel general en todas las tareas realizadas para tal fin y encontraron que para la mayoría de tareas utilizadas (entre ellas la tarea de Stroop y tareas de Flanker), no se evidenció los déficits de inhibición y solo pocas tareas (go no go y la tarea de stop-signal) mostraron deficiencias en los ancianos, poniendo en duda la hipótesis del déficit inhibitorio asociado a la edad. Además, encontraron que la capacidad de resistencia a la interferencia o la inhibición atencional podría mantenerse de forma similar a los adultos jóvenes, mientras que la inhibición de respuesta sería la que sí está comprometida en los adultos mayores. Esa investigación dejó constancia de la

necesidad de llevar a cabo más estudios respecto al CIh y su relación con el envejecimiento.

#### **4.8. Velocidad de procesamiento:**

La definición de velocidad de procesamiento (VP) puede tener varios significados, pero en general se considera así a la capacidad del sistema cognitivo para percibir la información, procesarla y dar respuesta en tiempo determinado (Marino et al., 2019). También es definida como la velocidad con que se puede sentir, percibir, comprender o dar una respuesta y que muchas veces ha sido considerada como el aspecto nuclear del proceso cognitivo de la atención (Silva & Lee, 2021).

Esta capacidad es considerada como un predictor de tipo significativo en el rendimiento de diferentes tareas propuestas en las evaluaciones neuropsicológicas, aunque se ha encontrado que esto depende de las tareas que se ejecutan. Por ejemplo, no afecta el rendimiento en tareas de información, pero si se ha visto su influencia en el rendimiento en tareas de MT (Marino et al., 2019). Con el transcurrir de los años, esta habilidad disminuye y se ha relacionado con el bajo rendimiento que tienen los adultos mayores al realizar tareas que demandan velocidad para su ejecución, provocando, por ejemplo, efectos en su memoria y toma de decisiones (Horning & Davis, 2012).

La VP puede ser valorada al menos en 2 aspectos (Cepeda et al., 2013): la velocidad motora y la velocidad perceptual o cognitiva. La primera vista a partir de tareas de tiempo de reacción o copia de números; la segunda a partir de tareas de búsqueda visual, de comparación de figuras.

#### **Velocidad de procesamiento y envejecimiento:**

La VP es considerada como un proceso o mecanismo general (Park et al, 2001) que actúa como un indicador del rendimiento cognitivo global de la persona, por lo cual se considera que al disminuir el desempeño de la VP con el envejecimiento, también se aprecian efectos en el rendimiento de otras funciones cognitivas (Sommers & Dessenberger, 2022), esto debido a que se ha encontrado que gran parte de los efectos producidos por la edad en la VP también pueden ser compartidos por otras variables en el envejecimiento (Salthouse, 2000). En la misma línea, los estudios longitudinales han señalado que la VP, junto a la memoria episódica y la habilidad visoespacial, es uno de los primeros indicadores que muestran las señales más significativas de decremento en los adultos mayores (Nyberg et al.,2020).

En cuanto a su relación con el desempeño en tareas de MT, se considera que la mayor VP podría facilitar la generación de fragmentos o agrupamiento de estímulos que se requieren almacenar en una tarea de memoria, para lograr luego su evocación, lo cual indicaría que a mayor VP se observará un mejor rendimiento en la MT (Salazar-Villanea et al., 2015). Según esto el rendimiento en la MT estaría mediado por la capacidad de la VP en los adultos mayores. Por otro lado, también se ha encontrado cambios negativos en la fluencia verbal producto del declive en la VP por envejecimiento (Zhu et al., 2022), lo cual es considerado un indicador de declive cognitivo, aunque, considerando la influencia de la VP en las pruebas que miden la fluencia verbal (que requieren un tiempo específico de ejecución), aún no sería muy claro si es que el resultado en ese tipo de pruebas corresponde únicamente a una disminución en la

memoria semántica para la producción de palabras o se trata de una lenta producción de palabras relacionado al deterioro en VP (Marino et al., 2019).

A nivel del funcionamiento cognitivo global, a pesar de la consideración que se tiene respecto a la VP y la fuerza de la teoría que la sustenta, Cepeda et al. (2014) desarrollaron una investigación que demostró que las medidas de VP por lo general tienen un componente ejecutivo en su realización y por ello indicaron que, su relación con el funcionamiento cognitivo, y en particular su efecto por los cambios en el envejecimiento, podría estar siendo sobredimensionado y más bien subestimada la participación del control ejecutivo. Ellos, identificaron que el componente ejecutivo se relacionaba fuertemente en todas las tareas complejas en los diferentes grupos de edad (desde niños hasta ancianos) y que la correlación se mantenía en las medidas simples de la VP en adultos mayores y niños. Estos autores, al igual que otros, también señalaron la importancia de seguir investigando las variables de estudio que mencionamos en esta investigación.

A nivel neuroanatómico hay estudios que señalan que, los declives en la VP producto de la edad podrían estar relacionados a 2 redes: la primera sería una red frontal que se puede alterar por una enfermedad a nivel de pequeños vasos cerebrales, y la segunda, sería una red cerebelar que no es dependiente de las vías afectadas en el cerebro, en ambos casos afectando la velocidad de procesamiento perceptual y motora (Eckert et al., 2010). En el caso de las deficiencias en fluencia verbal y VP en adultos mayores se ha asociado a la disminución del volumen de la sustancia gris en el cerebro observada por estudios de neuroimagen (Zhu et al., 2022).

## **V. Metodología**

### **5.1 Nivel y tipo de investigación**

Nivel de investigación explicativo, porque dentro de su metodología busca identificar factores explicativos de un fenómeno.

Tipo de investigación sustantiva - explicativa, porque dentro de su naturaleza está orientada a describir y explicar la realidad, con lo cual se dirige hacia el logro de conocimientos y la búsqueda de principios y leyes generales que permitan organizar una teoría científica (Sanchez y Reyes, 2015). De acuerdo con ello, este estudio parte de un marco hipotético expresado en un modelo explicativo.

### **5.2 Diseño de investigación**

El estudio utiliza un diseño explicativo dentro de la estrategia asociativa, pues su propósito se orienta en explorar las relaciones entre las variables con la finalidad de predecir o explicar su comportamiento (Ato, 2013). Además, utiliza un enfoque multivariado ya que intenta establecer la relación entre las variables de estudio consideradas para el análisis explicativo (Reidl y Guillén, 2019). Esta investigación plantea el análisis de relación basado en el uso de los modelos de ecuaciones estructurales, donde 3 variables participan como variables latentes (control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento) y una variable (funcionamiento neurocognitivo) participa como variable teórica (Ato, 2013). A su vez, las variables latentes participan dentro del modelo explicativo como variables exógenas, mientras que la variable funcionamiento neurocognitivo toma la posición de variable endógena (Cupani 2012).

### **5.3 Naturaleza de la muestra**

#### 5.3.1. Población:

La población estuvo conformada por adultos mayores de ambos sexos que asisten a los Servicios de Salud del Comité del Fondo de Asistencia y Estímulo de los Trabajadores del Sector Educación (CAFAE – SE), que es una institución sin fines de lucro que brinda apoyo y estímulos a los trabajadores del sector educación y sus familias. La población incluyó a docentes activos, cesantes, trabajadores administrativos y familiares de los trabajadores del sector, así como también personas no afiliadas que solicitan servicios de salud de forma particular.

#### 5.3.2. Muestra:

La muestra estuvo constituida por 128 adultos mayores entre 60 y 85 años que cumplen los criterios de inclusión y acudieron a los Servicios de Salud del CAFAE-SE entre 2015 y 2019.

#### 5.3.3. Criterios de inclusión

- Adulto mayor que acude a los servicios de salud de entidad derivada del sector educación (CAFAE – SE).
- Varón o mujer con edades entre 60 y 85 años.
- Nivel de instrucción primaria o secundaria completa, superior técnica o universitaria.
- Condición socioeconómica alta, media o baja.
- Residente de algún distrito de las provincias de Lima o Callao.

- Participantes con funcionamiento cognitivo normal o alguna forma de deterioro cognitivo al momento de la evaluación.

#### **5.3.4. Criterios de exclusión**

- Adulto mayor que reporte diagnóstico clínico de demencia al momento de la evaluación.
- Adulto mayor que reporte diagnóstico clínico de trastorno neurológico, psicológico o psiquiátrico al momento de la evaluación.
- Adulto mayor con déficit sensorial, intelectual o físico evidente que impida su participación en la evaluación.

#### **5.3.5. Criterios de eliminación**

- Participantes que no cumplen con el 100% de las evaluaciones.
- Participantes que reportan el deseo de abandonar el estudio de investigación.

#### **5.3.6. Método de muestreo:**

Se utilizó el muestreo de tipo no probabilístico y por conveniencia, seleccionando a los participantes que cumplieron con los propósitos del estudio y aceptaron participar de forma voluntaria en el mismo.

Los muestreos no probabilísticos no están obligados a estimar un número exacto de participantes, por lo cual no utilizan fórmula de cálculo de la muestra. No obstante, este estudio determinó el tamaño de la muestra por medio de una fórmula, para tener un referente del tamaño de esta en caso de que hubiera sido seleccionada al azar. Para ello se utilizó una fórmula para estudios correlacionales que estimó un número aproximado de 180 sujetos.

$$n = \left( \frac{z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}}{\frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+r}{1-r} \right)} \right)^2 + 3$$

Donde:

$\alpha$ =Error tipo I

$\beta$ = Potencia

$r$ = grado de correlación

$z$  = nivel de confianza

Para llegar al número esperado de la muestra se realizaron varias convocatorias periódicas entre los años 2015 al 2019, logrando reclutar 178 participantes. De ellos, 50 fueron eliminados por no completar las evaluaciones o presentar datos parciales en las pruebas, con lo cual la muestra final fue de 128 sujetos. De ellos, 50 fueron eliminados por no completar las evaluaciones o presentar datos parciales en las pruebas, con lo cual la muestra final fue de 128 sujetos.

Del total de la muestra, el 79.7% fueron mujeres (102), mientras que el 20.3% fue varones (26), la edad promedio del grupo de participantes fue estimada en  $70.6 \pm 5.9$  años.

En el grupo de mujeres, la edad mínima fue de 60 años y la máxima de 85 años, con una edad promedio de  $70.1 \pm 5.9$  años. En el caso de los varones, la edad mínima fue de 61 años y la edad máxima de 82 años, con una edad promedio de  $72.7 \pm 5.5$  años.

## 5.4 Instrumentos

### 5.4.1. Evaluación neuropsicológica breve en español (NEUROPSI)

Prueba de Tamizaje de evaluación neuropsicológica desarrollada por Ostrosky, Ardila y Rosselli (1997), que es considerada a nivel internacional por su validez de constructo (Ostrosky-Solís, et al, 1999). Esta prueba considera los principios de evaluación neuropsicológica e incluye medidas para evaluar áreas afectadas por algún tipo de daño cerebral y cuyos ítems son apropiados para ser utilizados en hispanohablantes y personas de baja escolaridad o analfabetos. El Neuropsi abarca la evaluación de 8 áreas: Orientación, atención, memoria (codificación y evocación), lenguaje, lectura, escritura, funciones ejecutivas y funciones de evocación. Su aplicación es rápida e individual para personas de 16 a 85 años.

El instrumento cuenta con niveles adecuados de confiabilidad y validez en nuestro medio (Cuenca et al., 2017) obtenidos a partir de una muestra clínica de 216 sujetos entre 16 y 85 años. El índice de confiabilidad por consistencia interna obtuvo un alfa de Cronbach de 0,872 que refleja un nivel aceptable. Por su parte, la validez de constructo de la prueba mostró niveles altamente significativos de las correlaciones entre las 8 dimensiones que evalúa el Neuropsi y también entre estas y la puntuación total.

#### **5.4.2. Subpruebas de memoria de trabajo y velocidad de procesamiento de la Escala de inteligencia Wechsler (WAIS IV)**

La escala de inteligencia de Wechsler para adultos WAIS IV está compuesta por 4 escalas que brindan cada una puntuación índice y en conjunto la medida del funcionamiento intelectual total (CIT). Según una serie de investigaciones el WAIS IV ha demostrado ser de gran utilidad clínica y apropiada para la

evaluación neuropsicológica y en las últimas revisiones de la escala, además de la medida de la inteligencia, se ha considerado la medición del funcionamiento de dominios específicos como la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo (Wechsler, 2012). Esta investigación utilizó las pruebas principales que miden ambas subescalas.

*La escala de memoria de trabajo* está compuesta por 2 pruebas principales (Dígitos y Aritmética) y una prueba opcional llamada letras-números. Para este estudio se utilizaron las pruebas principales que son aptas para edades de personas hasta 90 años. La prueba de dígitos consta de 3 partes: dígitos en orden directo, en orden inverso y en orden creciente. La primera brinda datos de la capacidad del sujeto para la memoria y aprendizaje mecánico, secuencial, pues el sujeto debe repetir la serie de números en el mismo orden que fueron dados. Su aplicación es necesaria para seguir con las siguientes tareas. En dígitos inverso y dígitos en orden creciente el evaluado debe almacenar y manipular mentalmente la información mientras es procesada, repitiendo los números dados al revés y ordenándolos de menor a mayor respectivamente. Estas últimas tareas, son las que implican mayor participación de la memoria de trabajo. Por su parte, la prueba de aritmética consiste en resolver mentalmente una serie de problemas matemáticos dentro de un límite de tiempo, donde también se contempla el almacenamiento y procesamiento simultáneo de la información.

*La escala de velocidad de procesamiento* también se compone de dos pruebas principales y una opcional. Para medir la velocidad de procesamiento se utilizaron las tareas principales de búsqueda de símbolos y clave de números, que miden la velocidad de procesamiento mental y grafomotor respectivamente.

Ambas pruebas han demostrado ser tareas que, a pesar de tener la condición de la destreza motora para su ejecución, permiten identificar las dificultades de velocidad cognitiva que se podrían presentar en los adultos mayores (Ebaid et al., 2017).

El WAIS IV ha sido adaptado al idioma español para población hispanohablante. De las tareas verbales en la prueba de Aritmética, sólo se requirió de la adaptación de una imagen de los primeros estímulos que se presentan a sujetos en los que se presume discapacidad cognitiva, los cuales no estaban considerados en este estudio. La fiabilidad de las pruebas de memoria de trabajo se obtuvo mediante consistencia interna por mitades y las de velocidad de procesamiento por test-retest, los resultados mostraron un alfa de Cronbach bueno para la prueba de claves-números, promedio para búsqueda de símbolos y excelente para dígitos y aritmética. La validez se logró a partir de estudios de la estructura interna por análisis factorial confirmatorio, inter-correlación entre pruebas y por validez de contenido. Se encontró un alto nivel de correlación entre las pruebas que componen las escalas de memoria de trabajo y de velocidad de procesamiento, y entre estas con la escala total (Wechsler, 2012). Adicionalmente, con la finalidad de respaldar la validez del instrumento y la concordancia de los resultados en función a los baremos de la escala original, dentro del estudio se elaboraron baremos a partir de las puntuaciones escalares obtenidas por la muestra de estudio en las 4 pruebas utilizadas dentro de la investigación para medir la MT y VP. En el proceso se identificaron algunos datos atípicos por puntuaciones altas y bajas en tres pruebas que fueron depurados para uniformizar los valores y la prueba de Búsqueda de símbolos,

mantuvo todos los datos por no presentar datos atípicos. Al final, se apreció que los resultados y puntos de corte de percentiles, que fluctúan entre 8 y 13, guardan similitud con lo evidenciado en la versión española del WAIS IV (Wechsler, 2012). Por tratarse de una muestra pequeña y no probabilística, los baremos obtenidos se limitan al uso con la muestra de estudio.

#### **5.4.3. Test de colores y palabras de Stroop**

Test orientado a la medición de la capacidad de resistencia a la interferencia. Utiliza tres hojas de estímulo, la primera con palabras en tinta negra, la segunda con símbolos (letras X) impresos en distintos colores, y la tercera con palabras impresas en distinto color, las cuales deben ser presentadas al evaluado por un intervalo de 45 segundos cada una. A partir de las puntuaciones obtenidas, mediante una fórmula se logra un nuevo puntaje que representa la capacidad de resistencia a la interferencia. Para efectos del estudio se utilizaron las puntuaciones obtenidas en la tercera tarea (palabra-color) y el puntaje de interferencia.

La prueba de Stroop cuenta con datos normativos para población peruana creados a partir de un estudio multicéntrico latinoamericano junto a otros 10 países que consideró una muestra total de 3915 participantes, varones y mujeres entre 16 y 90 años, que contaban al menos con 1 año de educación formal y obtuvieron 23 o más puntos en el mini mental test y un score  $\geq 90$  en el índice de Barthel, cuenta además con una calculadora online de datos normativos para la conversión de los resultados de la puntuación directa en puntuaciones percentil y puntajes Z de acuerdo a la edad y país de origen. La calculadora online es de

fácil uso y su acceso está disponible. previa suscripción, en <https://calculadora.neuropsychologylearning.com/> (Rivera et al., 2015). Para los análisis estadísticos de esta investigación se utilizaron los puntajes percentil obtenidos por los participantes en las tareas de palabra-color y el resultado de interferencia.

## **5.5. Operacionalización y definición de variables:**

### **5.5.1. Funcionamiento neurocognitivo:**

*Definición conceptual:* Rendimiento en el funcionamiento cognoscitivo global de un conjunto de funciones superiores: Atención, Lenguaje, Memoria, Función ejecutiva, Lectoescritura, Praxia (Ostrosky, Ardila y Rosselli, 1999). El funcionamiento neurocognitivo se asocia a la activación de redes cerebrales que permiten el desenvolvimiento de la persona en la vida diaria (Sharrafhanhh y Grogan, 2015).

*Definición operacional:* Su medición es cuantitativa a través de la puntuación total directa obtenida por el participante en la Evaluación Neuropsicológica Breve en español (Neuropsi) que incluye la suma de las 8 dimensiones que evalúa el instrumento, cuya puntuación puede ser de 0 a 130.

### **5.5.2. Memoria de trabajo:**

*Definición conceptual:* Capacidad de procesamiento y almacenamiento simultáneo de la información, que interviene en actividades de alta demanda cognitiva como el lenguaje y razonamiento (Baddeley, 2010). Es una capacidad de lento deterioro según la edad, cuyo declive podría iniciar desde los 45 años (Kauffman, 2000 en Wechsler, 2012).

*Definición operacional:* Su evaluación es cuantitativa a través de los puntajes escalares de las pruebas de dígitos y aritmética de la Escala de inteligencia Weschler para adultos (WAIS -IV). El puntaje escalar puede variar de 1 – 19 puntos.

### **5.5.3. Velocidad de procesamiento:**

*Definición conceptual:* Capacidad de respuesta rápida y fluida a tareas relativamente sencillas o ya automatizadas, sobre todo cuando la situación requiere una alta eficacia mental. Es considerado como un mecanismo global del funcionamiento cognitivo (Park, 2001), que con la edad afecta el rendimiento en tareas cognitivas de orden superior (Kail y Salthouse, 1994). La velocidad de procesamiento es una habilidad muy sensible a la edad, su declive puede iniciar a los 20 años e incrementarse a los 30 años (Kaufman, 2000; Kaufman y Lichtenberger, 2006; Ruan et al., 2000 en Wechsler, 2012)

*Definición operacional:* Su evaluación es cuantitativa, por medio de los puntajes escalares de las pruebas de claves y búsqueda de símbolos de la Escala de inteligencia de Wechsler para adultos (WAIS - IV). El puntaje escalar puede variar de 1 – 19 puntos.

### **5.5.4. Control inhibitorio:**

*Definición conceptual:* Mecanismo para detener y controlar información irrelevante durante la ejecución de cualquier proceso cognitivo (Hasher y Zacks, 1988). Capacidad de resistir impulsos y detener una conducta en el momento apropiado. Suprime información irrelevante durante una actividad en curso.

*Definición operacional:* Su evaluación es cuantitativa por medio de los valores percentil de las tareas de palabra - color y de inhibición de la prueba de

colores y palabras de Stroop. La Tabla 1 muestra operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

| <b>Variable</b>                      | <b>Dimensiones</b>   | <b>Escala de medición</b> |
|--------------------------------------|--|---------------------------|
| <b>Funcionamiento neurocognitivo</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Orientación</li> <li>● Atención</li> <li>● Codificación</li> <li>● Lenguaje</li> <li>● Lectura</li> <li>● Escritura</li> <li>● Función ejecutiva</li> <li>● Funciones de evocación</li> </ul> | Intervalo                 |
| <b>Memoria de trabajo</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Dígitos</li> <li>● Aritmética</li> </ul>  | Intervalo                 |
| <b>Velocidad de procesamiento</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Claves</li> <li>● Búsqueda de símbolos</li> </ul>   | Intervalo                 |
| <b>Control Inhibitorio</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Palabra – color</li> <li>● Interferencia</li> </ul>   | Intervalo                 |

## 5.6. Procedimientos y técnicas

Una vez obtenida la aprobación del estudio, se siguieron los siguientes procesos:

- Primera fase: Convocatoria y reclutamiento

Para las convocatorias se utilizaron medios de comunicación virtual, así como flyers y anuncios distribuidos en las instalaciones de los Servicios de salud del CAFAE - Sector educación. A partir de ahí se siguió con el proceso de reclutamiento para los participantes que cumplieran con los propósitos de la investigación según lo regulado en los criterios de inclusión y exclusión y que aceptaron su participación con la firma del consentimiento informado. Este

proceso se desarrolló de forma periódica desde el año 2015 hasta el 2019, para contar con el mayor número posible de participantes.

- Segunda fase: Evaluación

Aquellos que cumplían el proceso de selección completaron adicionalmente una ficha de datos (ver anexo 3) y fueron programados a dos sesiones individuales de evaluación, de 45min de duración cada una donde se aplicaron los instrumentos de evaluación seleccionados para este estudio. La primera sesión contempló la evaluación del funcionamiento neurocognitivo y la segunda sesión para la evaluación de las variables memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y control inhibitorio. Fueron evaluados un total de 178 participantes, no obstante, varios de ellos no completaron todas las evaluaciones, o presentaron datos atípicos en sus resultados, por lo cual fueron eliminados, resultando finalmente una muestra de 128 adultos mayores. A todos los participantes se les brindó un reporte general de sus resultados, con las indicaciones y recomendaciones individuales según cada caso y al final se brindaron charlas informativas grupales sobre envejecimiento cognitivo, factores protectores y de riesgo, enfatizando en aspectos preventivos de salud neuropsicológica como la reserva cognitiva.

Al finalizar el estudio, se realiza un informe al área correspondiente detallando los hallazgos encontrados y se darán a conocer los resultados con la publicación de la tesis.

### **5.7. Consideraciones éticas**

Este estudio contó con la supervisión del Comité institucional de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, para garantizar que la investigación se realice dentro de lo establecido en la regulación ética de proyectos de investigación.

Además, se contó con la autorización respectiva de la institución donde se ejecutó el estudio, quienes fueron informados de los procedimientos realizados como parte de la investigación. Finalmente, se obtuvo la aceptación voluntaria de los participantes en el estudio, mediante el uso de hojas informativas respecto al estudio y la firma del participante y su acompañante en el formato de consentimiento informado, en el cual, entre otras cosas, se describieron los procedimientos a realizar, su forma de participación y el uso de la información obtenida a partir de ello, garantizando en todo momento la confidencialidad. De esa manera se permitió a los participantes tomar una decisión autónoma debidamente informada. Además, para cumplir el principio de beneficencia, los participantes recibieron al finalizar de las evaluaciones, sus respectivos resultados de evaluación, así como una charla informativa sobre “Reserva cognitiva y envejecimiento” donde se les proporcionó adicionalmente sugerencias de actividades y ejercicios de estimulación mental. La difusión de la información y la invitación a participar se realizó por diferentes medios de comunicación de acceso a todos los beneficiarios del CAFAE-SE para garantizar la accesibilidad y evitar la discriminación, logrando con ello el principio de justicia.

### **5.8. Plan de análisis**

Para el análisis y procesamiento preliminar de los datos se elaboró un archivo en formato SPSS versión 28 mediante el cual se calcularon los baremos para la escala de WAIS IV dado que este instrumento aún no contaba con validación en nuestro país. Así mismo, se consignaron los datos en el mismo archivo correspondientes a las pruebas de Stroop y Neuropsi.

El análisis de datos para el cumplimiento de los objetivos del estudio se realizó mediante el software AMOS versión 24, considerado para los estudios que requieren análisis multivariable mediante los modelos de ecuaciones estructurales y el método de máxima verosimilitud. Se elaboraron 2 modelos, el primero sin considerar variables de control y el segundo considerando a la edad como una variable de control. **El modelo I**, incluyó los datos de la muestra total de 128 sujetos, el modelo estuvo conformado por 3 variables latentes (memoria de trabajo, control inhibitorio y velocidad de procesamiento) y una observable (funcionamiento neurocognitivo), las tres primeras participaron como variables exógenas, mientras que el funcionamiento neurocognitivo como una variable endógena. A su vez cada una de las variables fueron conformadas por las puntuaciones obtenidas a partir de las pruebas utilizadas, en el caso del funcionamiento neurocognitivo, se utilizaron las puntuaciones directas de Neuropsi que consideran la sumatoria de las ocho áreas evaluadas por ese instrumento; para la memoria de trabajo, las puntuaciones escalares de las pruebas de dígitos y aritmética de WAIS IV; en el caso de la velocidad de procesamiento, las puntuaciones escalares de las pruebas de búsquedas de símbolos y claves del WAIS IV, y para el control inhibitorio, las puntuaciones percentiles de la tarea palabra – color del test de Stroop, así como el valor de interferencia, cuyas puntuaciones fueron obtenidas mediante la calculadora on-line basada en datos normativos y baremos de población peruana <https://calculadora.neuropsychologylearning.com/> (Rivera et al., 2015). El modelo I estimó la relación entre las variables a partir del cálculo de correlación y las covarianzas existentes entre las variables de estudio,

además de la valoración de los índices de ajuste CFI, GFI, CMIN/DF y RMSA para establecer la validez y ajuste del modelo teórico.

**El modelo II**, introdujo al procesamiento a la variable edad como una variable de control. Para ello, la muestra fue dividida en dos grupos, cada uno de ellos con 64 sujetos, con un punto de corte estimado en la edad de 70 años. El primer grupo consideró a los adultos mayores con edades entre 60 y 70 años, mientras que el segundo consideró a los sujetos de 71 a 85 años. De forma similar al modelo I, se estableció la correlación y covarianza entre las variables, y se estimó el ajuste del modelo propuesto mediante los índices de ajustes antes mencionados. A continuación, se verán los resultados obtenidos.

## **VI. RESULTADOS:**

Esta investigación buscó determinar la validez de un modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores basado en el control Inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. A fin de cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos se estimaron dos modelos explicativos, el primero de ellos sin considerar alguna variable de control y el segundo modelo considerando la edad como variable control. Cabe mencionar que se intentó utilizar también la variable sexo como variable control, sin embargo, el modelo obtenido no se pudo validar debido a que se contaban con pocos datos para los varones (sólo 26) en la muestra.

### **Modelo explicativo I**

Una vez recolectados los datos se procedió a estimar el primer modelo sin la intervención de una variable de control.

En la **Figura 1** se representa el modelo teórico propuesto que explica el funcionamiento neurocognitivo de los adultos mayores a partir del control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento.

El modelo plantea la participación de 3 variables latentes y exógenas (control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento), que actúan hipotéticamente sobre la variable endógena funcionamiento neurocognitivo, la cual participa como una variable teórica. A su vez, el modelo plantea relación entre las variables exógenas.

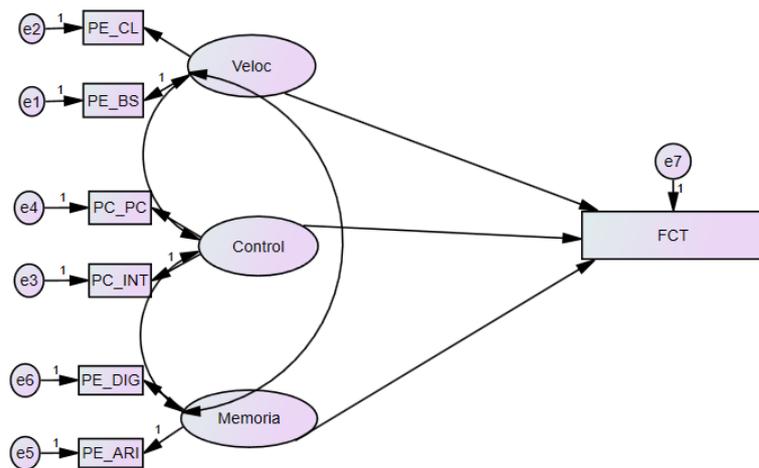


Figura 1.

*Modelo teórico explicativo del funcionamiento neurocognitivo basado en el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60-85 años*

Para dar cumplimiento a los tres primeros objetivos específicos, la **Tabla 2** presenta los coeficientes estimados y el  $p$  valor que verifica la relación entre la velocidad de procesamiento, el control inhibitorio y la memoria de trabajo con el funcionamiento neurocognitivo en la muestra total de adultos mayores. Aquí solo se confirmó la hipótesis 1 y se verificó que el control inhibitorio explica el funcionamiento neurocognitivo a través de una relación directa y estadísticamente significativa ( $\hat{\beta} = 0.222; p < 0.001$ ), no se encontró una relación estadísticamente significativa entre la velocidad de procesamiento y el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = -0.567; p = 0.583$ ) y del mismo modo, no se encontró una relación entre la memoria de trabajo y el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = 2.097; p = 0.069$ ), por lo cual estas variables no muestran significancia para explicar el funcionamiento neurocognitivo en adultos de 60 a 85 años.

**Tabla 2.**

*Parámetros estimados obtenidos a través del modelo explicativo I entre el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 60 y 85 años*

| Var1                       |      | Var 2                         | Estimate | S.E.  | C.R.   | P     |
|----------------------------|------|-------------------------------|----------|-------|--------|-------|
| Control Inhibitorio        | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 0.222    | 0.064 | 3.459  | ***   |
| Memoria de Trabajo         | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 2.097    | 1.154 | 1.818  | 0.069 |
| Velocidad de Procesamiento | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | -0.567   | 1.033 | -0.549 | 0.583 |

\*\*\* Significativo ( $p < 0.001$ )

Para cumplir con los tres últimos objetivos específicos se establecieron las relaciones entre las variables de estudio mediante un coeficiente de correlación y análisis de covarianza. La **Tabla 3** presenta los resultados obtenidos para verificar la relación entre la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo y el control inhibitorio a partir del cálculo de la covarianza y un coeficiente de correlación. Aquí se encontró que existe una relación estadísticamente significativa entre la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento así como entre el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento, confirmando las hipótesis 5 y 6. Cuando la memoria de trabajo aumenta en una unidad, se estima que la velocidad de procesamiento aumenta en 3.93 unidades y viceversa ( $\hat{\beta} = 3.93; p < 0.001$ ), además, cuando el control inhibitorio aumenta en una unidad, se estima que la velocidad de procesamiento aumenta en 8.85 unidades y viceversa ( $\hat{\beta} = 8.85; p = 0.046$ ); además,. No se encontró una relación estadísticamente significativa entre la memoria de trabajo y el control inhibitorio ( $p = 0.070$ ), con lo que se niega la hipótesis 4.

**Tabla 3**

*Relación por covarianza entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años.*

| Var1                |      | Var2                       | Estimate | S.E.  | C.R.  | P     |
|---------------------|------|----------------------------|----------|-------|-------|-------|
| Control Inhibitorio | <--> | Velocidad de Procesamiento | 8.849    | 4.432 | 1.997 | 0.046 |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Velocidad de Procesamiento | 3.939    | 0.806 | 4.886 | ***   |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Control Inhibitorio        | 6.225    | 3.441 | 1.809 | 0.070 |

\*\*\* Significativo ( $p < 0.001$ )

La **Tabla 4** presenta el cálculo de los coeficientes de correlación estimados entre la Velocidad de procesamiento, el Control inhibitorio y la Memoria de trabajo. En todos se observa una relación directa (coeficientes positivos). El mayor coeficiente de correlación se observa entre la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento ( $\rho = 0.783$ ), seguido del coeficiente entre el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento ( $\rho = 0.338$ ) y finalmente, el coeficiente más pequeño se encontró entre la memoria de trabajo y el control inhibitorio ( $\rho = 0.258$ ).

**Tabla 4.**

*Coefficientes de correlación estimados entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años.*

| Variables           |      |                          | Coefficientes de correlación |
|---------------------|------|--------------------------|------------------------------|
| Control Inhibitorio | <--> | Velocidad. Procesamiento | 0.338                        |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Velocidad. Procesamiento | 0.783                        |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Control Inhibitorio      | 0.258                        |

La **Figura 2** presenta el modelo explicativo I con el cálculo de los estimadores no estandarizados. Aquí se presenta los coeficientes estimados entre la velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = -0.57$ ), el control inhibitorio y el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = 0.22$ ) y finalmente el coeficiente entre la memoria de trabajo y el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = 2.10$ ). Además, se presenta los coeficientes (covarianzas) entre la velocidad de procesamiento con el control inhibitorio ( $Cov = 8.85$ ), el coeficiente entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo ( $Cov = 6.22$ ) y finalmente el coeficiente entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo ( $Cov = 3.94$ ).

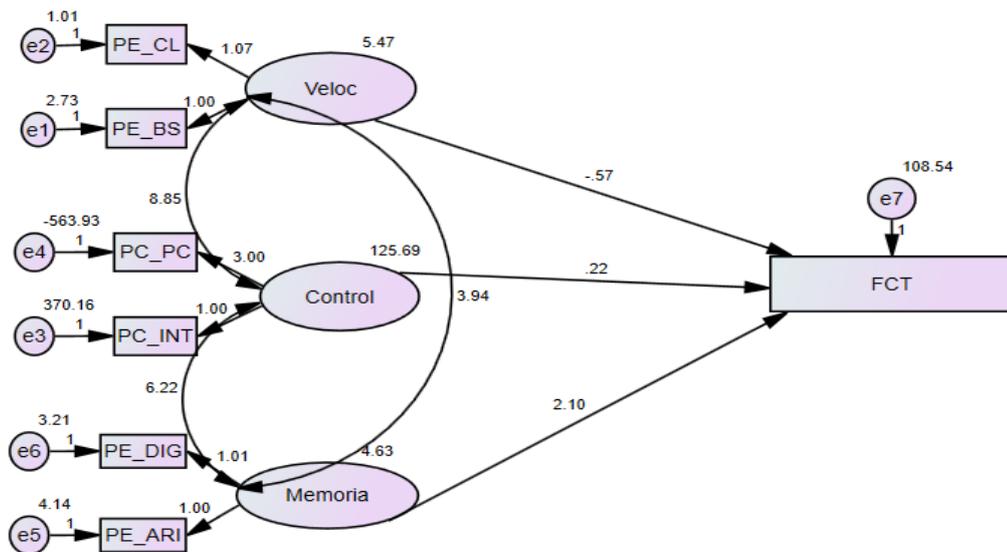
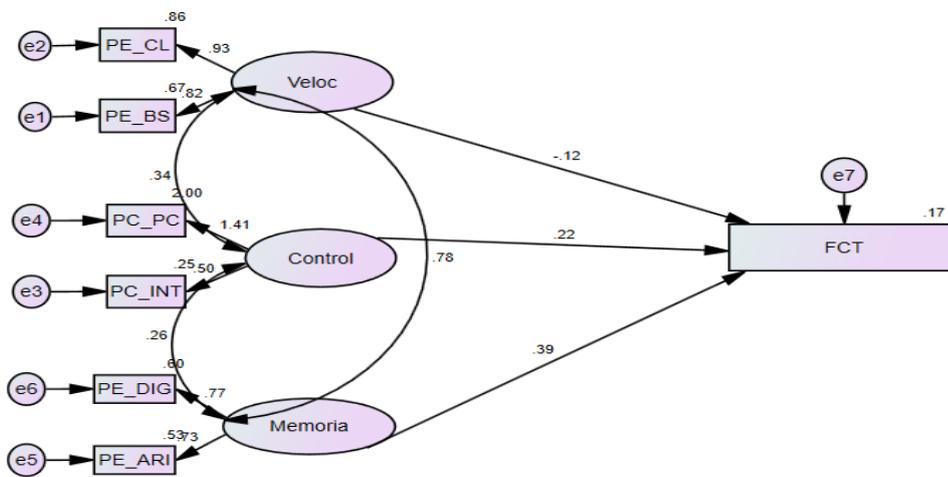


Figura 2.

*Modelo explicativo I del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años con estimadores no estandarizados*

La **Figura 3** presenta los estimadores estandarizados obtenidos con el modelo explicativo I. Aquí se observan los coeficientes de correlación obtenidos entre la velocidad de procesamiento y el control inhibitorio ( $\rho = 0.34$ ), el coeficiente entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo ( $\rho = 0.26$ ) y finalmente, el coeficiente entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo ( $\rho = 0.78$ )



**Figura 3.**

*Modelo explicativo I del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 85 años con estimadores estandarizados*

Para evaluar la bondad de ajuste del modelo se calcularon los índices de ajuste (**Tabla 5**) empleados que presentaron los siguientes valores: CMIN/DF= 2.438; GFI = .954; CFI = .966 y RMSEA = .106 (Tabla 3). Como se observa el único índice cuyo valor es inaceptable es el RMSEA.

**Tabla 5.**

*Índices de ajuste obtenidos para el Modelo explicativo I del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos de 60 – 85 años*

| <b>Medida</b> | <b>Buen Ajuste</b>        | <b>Ajuste Aceptable</b>    | <b>Estimado</b> | <b>Interpretación</b> |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| CMIN/DF       | $0 \leq x^2/gl \leq 2$    | $2 < x^2/gl \leq 3$        | 2.438           | Aceptable             |
| GFI           | $0,95 \leq GFI \leq 1,00$ | $0,90 \leq GFI < 0,95$     | 0.954           | Buen Ajuste           |
| CFI           | $0,95 \leq CFI \leq 1,00$ | $0,90 \leq CFI < 0,95$     | 0.966           | Buen Ajuste           |
| RMSEA         | $0 \leq RMSEA \leq 0.050$ | $0.050 < RMSEA \leq 0.080$ | 0.106           | Inaceptable           |

Dado que el Modelo I presentaba problemas de ajuste y en base a otros supuestos teóricos que reportan variabilidad en las funciones cognitivas asociadas al envejecimiento, se procedió a modificarlo con la incorporación de una variable control como la edad, teniendo como categorías los adultos entre 60 a 70 años y los adultos de 71 a 85 años.

## **Modelo explicativo II**

### **Adultos entre 60 y 70 años.**

La **Tabla 6** presenta los resultados obtenidos para verificar la relación entre la Velocidad de procesamiento, el Control inhibitorio y la Memoria de trabajo con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 60 y 70 años. En este grupo de edad, sólo se encontró una relación directa y estadísticamente significativa entre la velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = 2.329; p = 0.030$ ), lo que indica que esta variable es la que mejor explica el funcionamiento neurocognitivo en este grupo de edad. Se encontró que cuando la velocidad de procesamiento aumenta en una unidad, el

funcionamiento neurocognitivo aumenta en 2.33 puntos. No se encontró una relación estadísticamente significativa entre el control inhibitorio con el funcionamiento neurocognitivo ( $p = 0.804$ ) al igual que no se encontró una relación entre la memoria de trabajo y el funcionamiento neurocognitivo ( $p = 0.467$ ). con lo que según este modelo se confirmaría las hipótesis 3 y se negarían la 1 y 2 para personas de 60 a 70 años.

**Tabla 6.**

*Parámetros estimados obtenidos a través del modelo explicativo II entre el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 60 y 70 años*

| Var 1                      |      | Var 2                         | Estimación | S.E.  | C.R.  | $p$   |
|----------------------------|------|-------------------------------|------------|-------|-------|-------|
| Control Inhibitorio        | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 0.015      | 0.06  | 0.248 | 0.804 |
| Memoria de Trabajo         | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 0.639      | 0.878 | 0.728 | 0.467 |
| Velocidad de Procesamiento | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 2.329      | 1.07  | 2.176 | 0.030 |

\*\*\* Significativo ( $p < 0.001$ )

La **Tabla 7** presenta los resultados obtenidos para verificar la relación entre la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo y el control inhibitorio a partir del cálculo de la covarianza en el grupo de edad de 60 a 70 años. Aquí se encontró que existe una relación estadísticamente significativa sólo entre la Memoria de Trabajo y la velocidad de procesamiento. Se estima que cuando la memoria de trabajo aumenta en una unidad la velocidad de procesamiento aumenta en 3.59 unidades y viceversa ( $\hat{\beta} = 3.59; p < 0.001$ ). No se encontró una relación estadísticamente significativa entre el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento ( $p = 0.523$ ) del mismo modo que no se encontró relación entre la memoria de trabajo y el control inhibitorio ( $p = 0.544$ ). De acuerdo con ello, para

este grupo de edad, solo se mantiene la confirmación de la hipótesis 5 y quedan sin efecto las hipótesis 4 y 6.

**Tabla 7.**

*Relación por covarianza entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 60 y 70 años.*

| Var1                |      | Var2                       | Estimación | S.E.  | C.R.  | P     |
|---------------------|------|----------------------------|------------|-------|-------|-------|
| Control Inhibitorio | <--> | Velocidad de Procesamiento | 4.016      | 6.29  | 0.638 | 0.523 |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Velocidad de Procesamiento | 3.595      | 0.987 | 3.644 | ***   |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Control Inhibitorio        | 2.777      | 4.571 | 0.607 | 0.544 |

\*\*\* Significativo ( $p < 0.001$ )

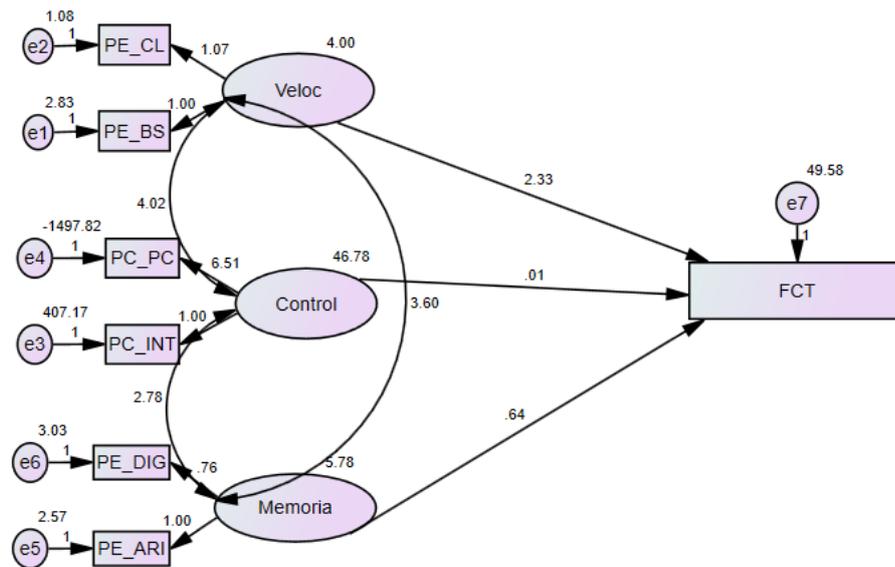
La **Tabla 8** presenta el cálculo de los coeficientes de correlación estimados entre la Velocidad de procesamiento, el Control inhibitorio y la Memoria de trabajo encontrados en adultos mayores cuyas edades se encuentran entre 60 y 70 años. En todos se observa una relación directa (coeficientes positivos). El mayor coeficiente de correlación se observa entre la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento ( $\rho = 0.748$ ), seguido del coeficiente entre el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento ( $\rho = 0.293$ ) y finalmente, el coeficiente más pequeño se encontró entre la memoria de trabajo y el control inhibitorio ( $\rho = 0.169$ ).

**Tabla 8.**

*Coefficientes de correlación estimados entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 60 y 70 años*

| Variables           |      |                          | Coefficientes de correlación |
|---------------------|------|--------------------------|------------------------------|
| Control Inhibitorio | <--> | Velocidad. Procesamiento | 0.293                        |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Velocidad. Procesamiento | 0.748                        |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Control Inhibitorio      | 0.169                        |

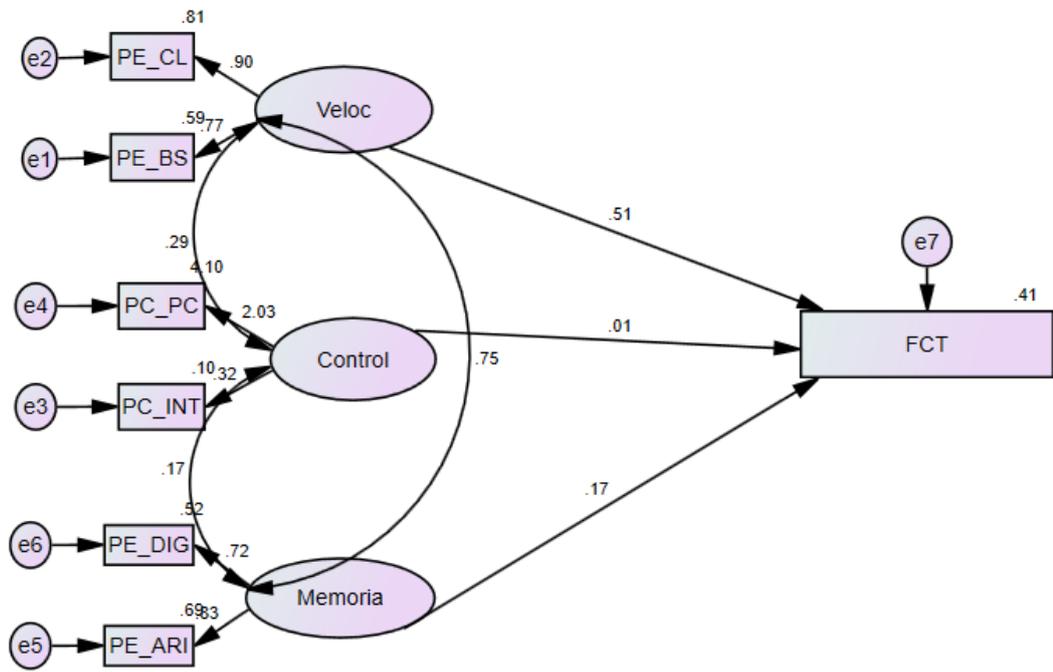
La **Figura 4** presenta el modelo explicativo II con el cálculo de los estimadores no estandarizados en el grupo de adultos mayores con edades entre 60 y 70 años. Aquí se presenta los coeficientes estimados entre la velocidad de procesamiento con el funcionamiento cognitivo ( $\hat{\beta} = 2.33$ ), el control inhibitorio y el funcionamiento cognitivo ( $\hat{\beta} = 0.01$ ) y finalmente el coeficiente entre la memoria de trabajo y el funcionamiento cognitivo ( $\hat{\beta} = 0.64$ ). Además, se presenta los coeficientes (covarianzas) entre la velocidad de procesamiento con el control inhibitorio ( $Cov = 4.02$ ), el coeficiente entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo ( $Cov = 2.78$ ) y finalmente el coeficiente entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo ( $Cov = 3.60$ ).



**Figura 4.**

*Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 70 años con estimadores no estandarizados*

La **Figura 5** presenta el resultado de los estimadores estandarizados obtenidos con el **modelo II** en el grupo de edad de 60 a 70 años. Aquí se observan los coeficientes de correlación obtenidos entre la velocidad de procesamiento y el control inhibitorio ( $rho = 0.29$ ), el coeficiente entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo ( $rho = 0.17$ ) y finalmente, el coeficiente entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo ( $rho = 0.75$ )



**Figura 5.**

*Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 60 a 70 años con estimadores estandarizados*

**Adultos entre 71 y 85 años.**

La **Tabla 9** presenta los resultados obtenidos para verificar la relación entre la Velocidad de procesamiento, el Control inhibitorio y la Memoria de trabajo con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 71 y 85 años. En este grupo de edad no se evidenció una relación estadísticamente significativa entre la Velocidad de procesamiento, el Control inhibitorio y la Memoria de trabajo con el funcionamiento neurocognitivo ( $p > 0.05$ ), tal como se aprecia en la figura 6. Según estos resultados, ninguna de las variables exógenas

explica el funcionamiento neurocognitivo en personas de 71 a 85 años, con lo cual para este grupo de edad no se cumplen las hipótesis 1, 2 y 3 planteadas en el estudio.

**Tabla 9.**

*Parámetros estimados obtenidos a través del modelo explicativo II entre el Control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo en adultos mayores con edades entre 71 y 85 años*

| Var 1                      |      | Var 2                         | Estimación | S.E.  | C.R.  | P     |
|----------------------------|------|-------------------------------|------------|-------|-------|-------|
| Control Inhibitorio        | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 0.056      | 0.067 | 0.835 | 0.404 |
| Memoria de Trabajo         | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 3.898      | 2.098 | 1.858 | 0.063 |
| Velocidad de Procesamiento | ---> | Funcionamiento Neurocognitivo | 1.106      | 1.06  | 1.043 | 0.297 |

\*\*\* Significativo ( $p < 0.001$ )

La **Tabla 10** presenta los resultados obtenidos para verificar la relación entre la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo y el control inhibitorio a partir del cálculo de la covarianza en el grupo de edad de 71 a 85 años. Aquí se encontró que existe una relación estadísticamente significativa sólo entre la Memoria de Trabajo y la velocidad de procesamiento. Se estima que cuando la memoria de trabajo aumenta en una unidad la velocidad de procesamiento aumenta en 2.33 unidades y viceversa ( $\hat{\beta} = 2.33; p = 0.006$ ). No se encontró una relación estadísticamente significativa entre el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento ( $p = 0.077$ ) del mismo modo que no se encontró relación entre la memoria de trabajo y el control inhibitorio ( $p = 0.120$ ). Este resultado es similar a lo encontrado con el grupo anterior y confirma solo la hipótesis 5, quedando desvirtuadas las hipótesis 4 y 6 en el modelo II.

**Tabla 10.**

*Relación por covarianza entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 71 y 85 años.*

| Var1                |      | Var2                       | Estimación | S.E.  | C.R.  | P     |
|---------------------|------|----------------------------|------------|-------|-------|-------|
| Control Inhibitorio | <--> | Velocidad de Procesamiento | 13.351     | 7.543 | 1.77  | 0.077 |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Velocidad de Procesamiento | 2.327      | 0.848 | 2.744 | 0.006 |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Control Inhibitorio        | 6.626      | 4.265 | 1.554 | 0.120 |

\*\*\* Significativo

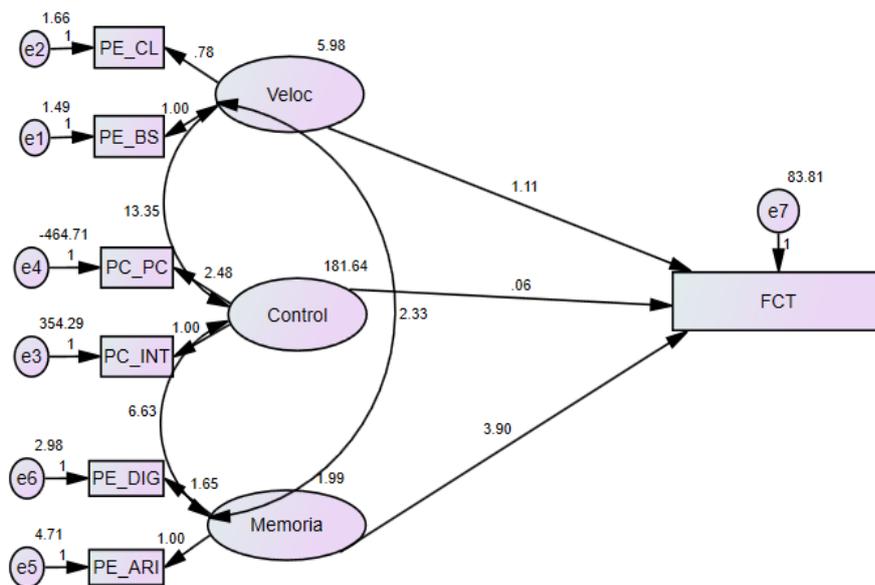
La **Tabla 11** presenta el cálculo de los coeficientes de correlación estimados entre la Velocidad de procesamiento, el Control inhibitorio y la Memoria de trabajo encontrados en adultos mayores cuyas edades se encuentran entre 71 y 85 años. En todos se observa una relación directa (coeficientes positivos). El mayor coeficiente de correlación se observa entre la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento ( $\rho = 0.675$ ), seguido del coeficiente entre el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento ( $\rho = 0.405$ ) y finalmente, el coeficiente más pequeño se encontró entre la memoria de trabajo y control inhibitorio ( $\rho = 0.349$ ).

**Tabla 11.**

*Coefficientes de correlación estimados entre control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores con edades entre 71 y 85 años.*

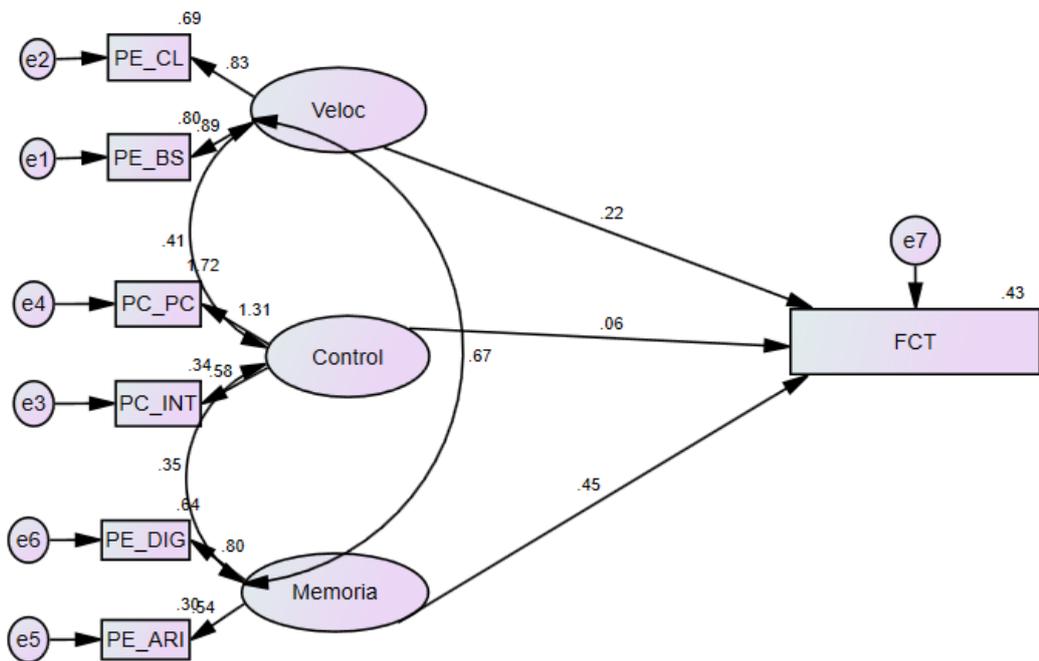
| Variables           |      | Coefficientes de correlación      |
|---------------------|------|-----------------------------------|
| Control Inhibitorio | <--> | Velocidad. Procesamiento<br>0.405 |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Velocidad. Procesamiento<br>0.675 |
| Memoria de Trabajo  | <--> | Control Inhibitorio<br>0.349      |

La **Figura 6** presenta el modelo con el cálculo de los estimadores no estandarizados en el grupo de adultos mayores con edades entre 71 y 85 años. Aquí se presenta los coeficientes estimados entre la velocidad de procesamiento con el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = 1.11$ ), el control inhibitorio y el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = 0.06$ ) y finalmente el coeficiente entre la memoria de trabajo y el funcionamiento neurocognitivo ( $\hat{\beta} = 3.90$ ). Además, se presenta los coeficientes (covarianzas) entre la velocidad de procesamiento con el control inhibitorio ( $Cov = 13.35$ ), el coeficiente entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo ( $Cov = 6.63$ ) y finalmente el coeficiente entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo ( $Cov = 2.33$ ).



**Figura 6.**  
*Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 71 a 85 años con estimadores no estandarizados*

La **Figura 7** presenta el resultado de los estimadores estandarizados obtenidos con el modelo II. Aquí se observan los coeficientes de correlación obtenidos entre la velocidad de procesamiento y el control inhibitorio ( $rho = 0.41$ ), el coeficiente entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo ( $rho = 0.35$ ) y finalmente, el coeficiente entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo ( $rho = 0.67$ )



**Figura 7.**

*Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores de 71 - 85 años con estimadores estandarizados*

Finalmente, la **Tabla 12** presenta el resultado con los índices de ajuste del modelo II con la variable edad como variable control. Aquí se encontró: CMIN/DF= 1.352; GFI = .950; CFI = .983 y RMSEA = .053. Como se observa todos los índices

de bondad de ajuste presentan un ajuste bueno y aceptable lo cual indica que este modelo es válido.

**Tabla 12.**

*Índices de ajuste obtenidos para el Modelo explicativo II del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en adultos mayores incorporando la edad como variable control.*

| <b>Medida</b> | <b>Buen Ajuste</b>        | <b>Ajuste Aceptable</b>    | <b>Estimado</b> | <b>Interpretación</b> |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| CMIN/DF       | $0 \leq x^2/gl \leq 2$    | $2 < x^2/gl \leq 3$        | 1.352           | Buen Ajuste           |
| GFI           | $0,95 \leq GFI \leq 1,00$ | $0,90 \leq GFI < 0,95$     | 0.950           | Buen Ajuste           |
| CFI           | $0,95 \leq CFI \leq 1,00$ | $0,90 \leq CFI < 0,95$     | 0.983           | Buen ajuste           |
| RMSEA         | $0 \leq RMSEA \leq 0.050$ | $0.050 < RMSEA \leq 0.080$ | 0.053           | Ajuste Aceptable      |

## **DISCUSIÓN:**

El propósito de este estudio fue determinar la validez de un modelo explicativo del funcionamiento neurocognitivo en los adultos mayores a partir de las variables control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento, descritas por varios autores como recursos cognitivos que tienden al mayor declive con el envejecimiento (Park, 2002; Murman, 2015). Como se apreció en los resultados del estudio se plantearon dos modelos para identificar la participación de las variables exógenas y su capacidad de explicación del funcionamiento neurocognitivo que fue considerado como la variable endógena según el modelo de análisis utilizado a través de ecuaciones estructurales. El modelo explicativo I analizó la relación funcional entre las variables considerando a toda la muestra de estudio, mientras que el modelo II introdujo la variable control *edad* para el análisis de la relación entre las variables. Para ello, el modelo II dividió a la muestra de estudio en 2 grupos, hallando diferencias en la participación de las variables con respecto al modelo I.

### **Modelo I:**

Este modelo consideró al grupo total de estudio. adultos mayores de 60 a 85 años e identificó que, a nivel general, el control inhibitorio es la variable más relacionada con el funcionamiento cognitivo en adultos de 60 a 85 años, con lo cual sería la que mejor explica el funcionamiento neurocognitivo en las personas de la tercera edad. Este resultado va en concordancia con lo sustentado por la teoría del déficit inhibitorio que plantea dificultades en los mecanismos de inhibición (acceso, eliminación y restricción) que afectan el rendimiento de los ancianos en diferentes

actividades cognitivas como el aprendizaje, la comprensión, la evocación de la información, etc. Además la dificultad inhibitoria, puede derivar en dificultades para suprimir información irrelevante en tareas de almacenamiento y procesamiento de la información y producir enlentecimiento en el rendimiento cognitivo, lo que podría explicar los cambios que se producen en otros recursos cognitivos como la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento, que derivan en consecuencias negativas para los adulto mayores, tales como mayor lentitud en sus respuestas y mayor tendencia a la distraibilidad durante una actividad que origina los problemas de memoria que son los principales síntomas que aquejan a este grupo etario (Hasher & Zack, 1998; Hasher et al., 1999; Hasher & Campbell, 2020).

En este modelo, los resultados obtenidos por el coeficiente de correlación mostraron que las 3 variables estudiadas guardan una relación directa y positiva, sin embargo, la situación fue diferente al establecer las relaciones de covarianza. Se halló relación significativa de covarianza entre el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento, así como entre la velocidad de procesamiento y memoria de trabajo, pero llamó la atención que la relación que existe entre la memoria de trabajo y control inhibitorio no mostrara una asociación estadísticamente significativa en esta muestra de estudio. La relación entre estas variables ha sido evidenciada por diferentes estudios que señalan que ambas guardan estrecha relación y que, en función al envejecimiento, la inhibición podría generar un cambio en la memoria de trabajo (Robert et al., 2009; Zuber et al., 2019). Contrariamente, este resultado avala lo referido por Verhaeghen et al., (2019) quienes en un estudio realizado con personas de la tercera edad no encontraron déficits en el control inhibitorio cuando valoraron el declive del funcionamiento de

la memoria de trabajo. Ellos al igual que en este estudio utilizaron la prueba de Stroop para valorar la inhibición y señalaron que los problemas en memoria de trabajo se relacionan más al mantenimiento de la información y no a la inhibición, pues a diferencia de los jóvenes, los adultos mayores presentan más esfuerzos para mantener activamente la información mientras se procesa. Al respecto, si bien es cierto, los adultos mayores tienden a presentar mayores problemas de inhibición que los jóvenes, en la práctica clínica y en las evaluaciones realizadas se apreció que, varios participantes, en especial los que presentaron puntuaciones bajas en la memoria de trabajo, denotaron esfuerzos por mantener activa la información, y en ocasiones solicitaban la repetición de indicaciones o ítems que debían de procesar (lo cual en algunas tareas no era posible). En cambio, los participantes que mostraron un mejor rendimiento sorprendieron por su capacidad de mantener la atención a las indicaciones dadas y ejecutar actividades cognitivas, incluso en tareas más complejas, como, por ejemplo, el almacenamiento y procesamiento de secuencias mayores a 5 dígitos mientras se valoraba la memoria de trabajo. Esto estaría relacionado a estrategias individuales propias de cada participante, que le permitía mantener de forma más efectiva la información en curso, lo que significa que existen otros factores como estos, diferentes a los estudiados, que también podrían tener participación importante en el funcionamiento cognitivo y que merecen ser considerados en estudios posteriores. Por otro lado, según nuestra experiencia, el amplio rango de edad también podría estar relacionado con los resultados. Como se sabe, a edades más avanzadas hay más probabilidad de que los recursos cognitivos sean afectados por otros tipos de factores que se presentan en los adultos mayores (Nyberg et al., 2020), lo que nos permite asumir que en el

primer modelo, que consideró a toda la muestra de estudio (adultos mayores de 60 a 85 años de edad), pueden existir factores no percibidos asociados a la edad y que producen diferencias en el rendimiento de los participantes, por lo cual el nivel de participación de las variables también puede estar sujeto a esto, tal como se apreció en el modelo II, donde se observó que cuando se introdujo a la variable edad como una variable de control los resultados mostraron cambios con respecto a lo encontrado en este modelo.

Estadísticamente, en cuanto a la consistencia teórica, el modelo I, obtuvo buenos niveles de ajuste en la mayoría de los índices utilizados, a excepción del estimador RMSEA, lo cual deja inconclusa la afirmación de si este modelo teórico se ajusta a la realidad, ya que su ajuste podría ser producto del azar, o podría tener su explicación en el tamaño de la muestra, pues el estimador en mención es recomendable para muestras más grandes. (West, Taylor y Wu, en Hoyle, 2012).

## **Modelo II**

El segundo modelo explicativo, donde la edad actúa como una variable de control, mostró un mejor ajuste, lo cual indica que el funcionamiento neurocognitivo y su relación con las variables estudiadas puede presentar variabilidad en torno a la edad del sujeto. Esto es de suma importancia, ya que plantea la necesidad de formular estrategias de intervención o de prevención diferenciada por edad, lo que a su vez permitirá enfocar los recursos de apoyo en las personas de la tercera edad de forma más eficiente. El modelo II, dividió a la muestra en dos grupos de edad, adultos mayores de 60 a 70 años y el segundo grupo con edades comprendidas entre los 71 y 85 años, evidenciando, según el rango de

edad, diferencias en el nivel de participación de las variables de estudio con respecto al funcionamiento neurocognitivo. En el primer grupo, basándonos en una relación significativa, la velocidad de procesamiento demostró ser la variable que mejor explica el funcionamiento neurocognitivo de adultos mayores de 60 a 70 años, lo cual concuerda con lo señalado por Marino et al (2019), quienes consideraron a la velocidad de procesamiento como un predictor del funcionamiento cognitivo. También coinciden con Park & Schwarz (2002) que atribuyen mayor relevancia a la velocidad de procesamiento, por ser la variable que explica mejor el declive en el rendimiento de prácticamente todas las tareas cognitivas afectadas por la edad y que, siguiendo a estudios de tipo neurobiológico, podría estar asociado a los cambios neurobiológicos de desmielinización y pérdida de sustancia blanca en el cerebro. Igualmente, este resultado se sustenta en la teoría de velocidad de procesamiento formulada por Salthouse (1996) que sugiere que a través del tiempo los adultos mayores, a diferencia de los adultos jóvenes, presentan tiempos de reacción más lentos, lo que afecta su MT y dificulta la codificación de la información. Los resultados del estudio concuerdan con esta teoría, ya que la relación entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo obtuvo niveles altos de significancia estadística en los análisis de covarianza realizados en ambos modelos (I y II), es decir que esta relación se mantiene estable en todos los grupos de edad durante el envejecimiento. Los resultados mostraron que al variar el rendimiento en la velocidad de procesamiento se observará también un cambio similar en la memoria de trabajo. Esto también concuerda con lo señalado por Park & Schwarz (2002), quienes plantearon que la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento son dos mecanismos que actúan como variables moduladoras del

declive cognitivo asociado a la edad. La situación fue diferente al realizar los análisis de covarianza entre la velocidad de procesamiento con el control inhibitorio y entre la memoria de trabajo con el control inhibitorio, donde no se halló relación significativa en este modelo, a pesar de que en los análisis por el coeficiente de correlación se mantuvo la relación directa y positiva entre las 3 variables. Las covarianzas indican como al presentarse un cambio o fenómeno de nivel grande o pequeño en una variable, se presenta también un cambio en la otra (Ruiz, Pardo y San Martín, 2010), por lo cual en nuestra opinión cuando participan en conjunto las variables memoria de trabajo con el control inhibitorio y la velocidad de procesamiento con el control inhibitorio cada una de ellas podría estar participando de forma independiente una de la otra frente al funcionamiento neurocognitivo.

En el segundo grupo del modelo explicativo II, correspondiente a los adultos mayores de 71 a 85 años, ninguna de las variables de estudio mostró significancia estadística en su relación con el funcionamiento neurocognitivo, lo que indica que a partir de esa edad ninguna de las variables exógenas explica el rendimiento cognitivo y por lo tanto su acción es menos específica en comparación a los adultos mayores de menor edad (60 a 70 años). La autora considera que las explicaciones para los resultados de este grupo podrían tener varias vertientes de estudio que deberían ser consideradas en futuras investigaciones. Por un lado, los resultados señalan que la participación de las variables realmente van a cambiar con el paso de los años y van en línea con lo señalado por Small et al., (2011) quienes en un estudio longitudinal determinaron que, a diferencia de otros estudios, el declive cognitivo se hace más evidente a partir de los 75 años (no a los 60 años como mencionan varias investigaciones) y que a esa edad se observan diferencias

estadísticamente significativas en todas las funciones cognitivas, con variabilidad entre una y otra, lo que sugeriría que la fuerza explicativa de las variables de estudio sería más difusa y no específica. Ese estudio consideró que cada recurso cognitivo está expuesto a diversos factores predictivos, lo cual es bastante probable, ya que en edades avanzadas, el adulto mayor presenta otros cambios que pueden generar efectos en su funcionamiento cognitivo, factores como la salud física o emocional, la exposición a factores de riesgo o de protección, que no han sido considerados de forma directa en este estudio, pero que sería recomendable tomar en cuenta en nuevas investigaciones, porque podrían ser variables moduladoras potentes cuyos efectos aún no han sido determinados. Por ejemplo, dentro de la muestra de estudio se apreció como participantes del grupo de mayor edad (personas con 83 y 85 años) presentaron rendimientos óptimos en todas las tareas realizadas en comparación a otras de su misma edad e incluso menores de 70 años, lo cual indicaría que con la longevidad no sólo la edad puede explicar las diferencias en el funcionamiento cognitivo, sino también otros factores como el nivel educativo, el estilo de vida y reserva cognitiva (Ebad & Crewther, 2020) observadas de forma cualitativa en esos casos particulares, pero que no fueron comprobados mediante análisis específicos dentro de la investigación.

Por otro lado, la menor especificidad de participación o capacidad explicativa de las variables con respecto al funcionamiento neurocognitivo también podría ser explicada a partir de los cambios específicos que se producen a nivel neuroanatómico, que con el tiempo se hacen cada vez más evidentes en los adultos mayores y que conllevan a su vez a los cambios neuro funcionales que se ven en esta población. Para ello, recuérdese por ejemplo la bilateralidad planteada por el

Modelo HAROLD, que refiere acerca de la pérdida gradual de la asimetría funcional en los adultos mayores (Grandi y Tirapú, 2017), o el modelo CRUNCH que plantea un principio de compensación neural a partir de los cambios estructurales y funcionales relacionados con la inhibición en adultos mayores (Kang et al., 2022). Como se sabe, con el desarrollo y la maduración cerebral, los seres humanos iniciamos un proceso de lateralización de funciones cognitivas que se evidencian a partir de la asimetría cerebral, de tal manera que por ejemplo, inicialmente la MT verbal está lateralizada hacia el lado izquierdo, pero con el envejecimiento (según estudios de neuroimagen en los ancianos) su funcionamiento muestra activación en ambos hemisferios, debido a probables formas de compensación de las áreas cerebrales, es decir que a diferencia de los pacientes jóvenes, los adultos mayores realizan una activación bilateral y además comienzan a activar todos los recursos cognitivos posibles para cumplir con las demandas del entorno (Park et al., 2001; Nyberg et al, 2020).

Por otro lado, una explicación de corte metodológico puede estar fundamentada en el tipo de estudio. Los resultados encontrados aquí deben ser tomados con cautela, debido a que se trata de un estudio de corte transversal y con una muestra en particular, que tal como sugieren los criterios de inclusión y exclusión se compuso preferentemente con sujetos en aparente normalidad, y eso no garantiza que las variables funcionen igual en las personas que presentan aún más declive relacionados a factores de salud física o mental. En tal sentido, coincidimos con Salthouse (2010), quien sugiere que es conveniente realizar estudios de tipo longitudinal para dar respuestas concluyentes a los resultados encontrados en investigaciones con la población de adultos mayores, y propone que

se pruebe en estudios longitudinales las relaciones con las variables ya conocidas y con otras no consideradas, pues podrían también presentar una relación robusta no considerada. Esto también puede ser sustentado por los resultados de Zaninotto et al., (2018) que en su estudio longitudinal determinaron que si bien la memoria, el funcionamiento ejecutivo y la velocidad de procesamiento muestran declive con los años, cada una de estas variables a su vez muestra predictores de declive diferente e incluso esta variabilidad se presenta de acuerdo con la edad del paciente y su género. De forma similar, estudios longitudinales recientes en grandes poblaciones han demostrado la importancia de priorizar el uso de estos estudios sobre los transversales y de considerar los factores biológicos y ambientales considerados como predictores del funcionamiento cognitivo, ya que estos podrían explicar la heterogeneidad encontrada en las relaciones entre diferentes variables cognitivas con respecto a la edad (Nyberg et al., 2020).

Como se puede apreciar los resultados del segundo modelo podrían cambiar el enfoque que se le puede asignar a programas de prevención e intervención en esta población. Por ejemplo, en personas de 60 a 70 años, se podría considerar como medidas preventivas del declive la estimulación cognitiva priorizando la velocidad de procesamiento, mientras que, en personas mayores de 70 años, se consideraría a todas las variables por igual, sin descuidar el control de otros factores que pueden también influir en el funcionamiento cognitivo. Este modelo teórico presentó índices de ajuste adecuados en todos los estimadores utilizados que le atribuye indicadores de validez y que reflejan mayor concordancia con la realidad, por lo cual a consideración de la autora se debe dar atención a sus resultados.

## **CONCLUSIONES:**

El estudio llegó a las siguientes conclusiones:

1. El modelo teórico explicativo del funcionamiento neurocognitivo basado en el control inhibitorio, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento del adulto mayor es válido cuando considera a la edad como una variable de control.
2. El control inhibitorio y la velocidad de procesamiento explican el funcionamiento neurocognitivo de los adultos mayores, pero la fuerza de relación explicativa varía en función a la edad.
3. Modelo explicativo I:
  - A nivel global, el control inhibitorio es la variable que mejor explica el funcionamiento neurocognitivo en los adultos mayores de 60 a 85 años, lo que varía de acuerdo con la edad.
  - Existe relación directa positiva entre el control inhibitorio, la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo, con mayor fuerza de correlación entre las dos últimas en el grupo de 60 a 85 años
  - Se observa relación de covarianza significativa entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo, así como entre la velocidad de procesamiento y control inhibitorio en adultos de 60 a 85 años
  - No existe relación de covarianza significativa entre el control inhibitorio y la memoria de trabajo en adultos de 60 a 85 años.

- El modelo explicativo I presenta buenos índices de ajuste, a excepción del RMSEA por lo cual no se puede concluir que el modelo teórico presentado sea totalmente válido y se ajuste a la realidad, aunque esto podría deberse al tamaño de la muestra.

#### 4. Modelo explicativo II:

- En el grupo de edad de 60 a 70 años, la velocidad de procesamiento es la variable que muestra asociación directa, significativa y explica mejor el funcionamiento neurocognitivo.
- En los adultos de 71 a 85 años, el funcionamiento neurocognitivo no se relaciona significativamente con las variables exógenas, por lo que ninguna tiene fuerza explicativa.
- Existe relación directa positiva entre el control inhibitorio, la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo, con mayor fuerza de correlación entre las dos últimas en los dos grupos de edad.
- Existe relación de covarianza significativa entre la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo en adultos de 60 a 70 años y de 71 a 85 años.

## **RECOMENDACIONES:**

- Realizar estudios multivariados con muestras más amplias para contrastar los índices de ajuste del modelo explicativo I y verificar si existe un cambio con respecto a los resultados obtenidos en este estudio.
- Utilizar modelos que incluyan otras variables de control, no consideradas en este estudio, como por ejemplo sexo y grado de instrucción, para observar el comportamiento de las variables y su incidencia sobre el funcionamiento neurocognitivo.
- Replicar los modelos utilizados, incluyendo población clínica, para establecer datos comparativos del comportamiento de las variables entre adultos mayores sanos y con envejecimiento patológico.
- Utilizar los datos obtenidos en programas preventivos, de evaluación y rehabilitación. A nivel de intervención considerar la estimulación cognitiva de las variables más asociadas al funcionamiento cognitivo. En adultos de 60 a 70 años la velocidad de procesamiento y en la población general el control inhibitorio.

## REFERENCIAS:

- Albinet, C. T., Boucard, G., Bouquet, C. A., & Audiffren, M. (2012). Processing speed and executive functions in cognitive aging: How to disentangle their mutual relationship? *Brain and Cognition*, 79(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2012.02.001>
- Archambeau, K., Forstmann, B., Van Maanen, L., & Gevers, W. (2020). Proactive interference in aging: A model-based study. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27(1), 130-138. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01671-0>
- Ardila, A. Rosselli, M. (2007). Neuropsicología clínica, primera edición. Manuel Moderno.
- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de psicología*, 29(3). <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Baddeley, A., Eysenck, M., Anderson, M. (2010) Memoria. Segunda edición. Alianza editorial.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Bäckman, L., & Farde, L. (2005). The Role of Dopamine Systems in Cognitive Aging. *Cognitive Neuroscience of Aging: Linking Cognitive and Cerebral Aging*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195156744.003.0003>

- Blair, M., Vadaga, K., Shuchat, J., & Li, K. (2011). The role of age and inhibitory efficiency in working memory processing and storage components. *Quarterly journal of experimental psychology (2006)*, 64, 1157-1172. <https://doi.org/10.1080/17470218.2010.540670>
- Braver, T., & Burgess, G. (2008). Explaining the Many Varieties of Working Memory Variation: Dual Mechanisms of Cognitive Control. *Variation in Working Memory*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195168648.003.0004>
- Braver, T. S., & West, R. (2008). Working memory, executive control, and aging. *The Handbook of Aging and Cognition*, 311-372. <https://psycnet.apa.org/record/2007-10440-007>
- Brown, S. C., & Park, D. C. (2003). Theoretical Models of Cognitive Aging and Implications for Translational Research in Medicine. *The Gerontologist*, 43(suppl\_1), 57-67. [https://doi.org/10.1093/geront/43.suppl\\_1.57](https://doi.org/10.1093/geront/43.suppl_1.57)
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model. *Psychology and aging*, 17(1). <https://doi.org/10.1037//0882-7974.17.1.85>
- Caixeta, L., Costa, J. N. L., Vilela, A. C. M., & Nóbrega, M. da. (2014). The development of the dementia concept in 19<sup>th</sup> century. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 72, 564-567. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20140069>
- Cansino, S., Torres-Trejo, F., Estrada-Manilla, C., Pérez-Loyda, M., Vargas-Martínez, C., Tapia-Jaimes, G., & Ruiz-Velasco, S. (2020).

- Contributions of Cognitive Aging Models to the Explanation of Source Memory Decline across the Adult Lifespan. *Experimental Aging Research*, 46(3), 194-213.  
<https://doi.org/10.1080/0361073X.2020.1743920>
- CEPAL, C. E. para A. L. y el C. (2021, octubre 18). *CEPAL participó en lanzamiento de la Década del Envejecimiento Saludable (2021-2030) en las Américas* [Text]. CEPAL.  
<https://www.cepal.org/es/notas/cepal-participo-lanzamiento-la-decada-envejecimiento-saludable-2021-2030-americas>
- Cepeda, N. J., Blackwell, K. A., & Munakata, Y. (2013). Speed isn't everything: Complex processing speed measures mask individual differences and developmental changes in executive control. *Developmental science*, 16(2), 269-286.  
<https://doi.org/10.1111/desc.12024>
- Collette, F., Schmidt, C., Scherrer, C., Adam, S., & Salmon, E. (2009). Specificity of inhibitory deficits in normal aging and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 30(6), 875-889.  
<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2007.09.007>
- Cuenca, J., Velasco, R., Livia, J., Salazar, G., & Villarreal, J. (2017). *Manifestaciones neuropsicológicas en pacientes con epilepsia del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas*.  
<https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/3228>
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Researchgate* 2(1):186-

199.

[https://www.researchgate.net/publication/274716879\\_Analisis\\_de\\_Ecuaciones Estructurales conceptos etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicacion](https://www.researchgate.net/publication/274716879_Analisis_de_Ecuaciones_Estructurales_conceptos_etapas_de_desarrollo_y_un_ejemplo_de_aplicacion)

Custodio, N., García, A., Montesinos, R., Escobar, J., & BendeZú, L. (2008).

Prevalencia de demencia en una población urbana de Lima-Perú: Estudio puerta a puerta. *Anales de la Facultad de Medicina*, 69(4), 233-238

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-55832008000400003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000400003)

Custodio, N., Herrera, E., Lira, D., Montesinos, R., Linares, J., & BendeZú,

L. (2012). Deterioro cognitivo leve: ¿dónde termina el envejecimiento normal y empieza la demencia? *Anales de la Facultad de Medicina*, 73(4), 321-330.

Davidson, P. S. R., & Winocur, G. (2017). Aging and Cognition☆. En

*Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.00252-2>

Dennis, N. A., Gutchess, A., & Thomas, A. K. (2020). Overview of Models

of Cognitive Aging. En A. Gutchess & A. K. Thomas (Eds.), *The Cambridge Handbook of Cognitive Aging: A Life Course Perspective* (pp. 5-31). Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/9781108552684.002>

- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Eckert, M. A., Keren, N. I., Roberts, D. R., Calhoun, V. D., & Harris, K. C. (2010). Age-Related Changes in Processing Speed: Unique Contributions of Cerebellar and Prefrontal Cortex. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 10. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.010.2010>
- Ebaid, D., Crewther, S. G., MacCalman, K., Brown, A., & Crewther, D. P. (2017). Cognitive Processing Speed across the Lifespan: Beyond the Influence of Motor Speed. *Frontiers in aging neuroscience*, 9, 62. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00062>
- Ebaid, D., & Crewther, S. G. (2020). Time for a Systems Biological Approach to Cognitive Aging?—A Critical Review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnagi.2020.00114>
- Feldberg, C., Tartaglini, M. F., Hermida, P. D., Moya-García, L., Licenciada-Caruso, D., Stefani, D., Somale, M. V., & Allegri, R. (2021). El rol de la reserva cognitiva en la progresión del deterioro cognitivo leve a demencia: Un estudio de cohorte. *Neurología Argentina*, 13(1), 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2020.10.001>
- Flores, J., Ostrosky, F. (2012) Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas. Manual Moderno.

- Gerard, L., Zacks, R. T., Hasher, L., & Radvansky, G. A. (1991). Age deficits in retrieval: The fan effect. *Journal of Gerontology*, 46(4), P131-136. <https://doi.org/10.1093/geronj/46.4.p131>
- González, M. F., Facal, D., & Yaguas, J. (2013). Funcionamiento cognitivo en personas mayores e influencia de variables socioeducativas: Resultados del Estudio ELES. *Escritos de Psicología (Internet)*, 6(3), 34-42. <https://doi.org/10.5231/psy.writ.2013.1611>
- Grandi, F., & Tirapu Ustároz, J. (2017). Neurociencia cognitiva del envejecimiento: Modelos explicativos. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 52(6), 326-331. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2017.02.005>
- Hale, S., Rose, N., Myerson, J., Strube, M., Sommers, M., Tye-Murray, N., & Spehar, B. (2011). The Structure of Working Memory Abilities Across the Adult Life Span. *Psychology and aging*, 26, 92-110. <https://doi.org/10.1037/a0021483>
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. En *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 22 (pp. 193-225). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60041-9](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60041-9)
- Hasher, L., & Campbell, K. L. (2020). Inhibitory Theory: Assumptions, Findings, and Relevance to Interventions. En A. Gutchess & A. K. Thomas (Eds.), *The Cambridge Handbook of Cognitive Aging: A Life Course Perspective* (pp. 147-160). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108552684.010>

Hedden, T., & Park, D. (2001). Aging and interference in verbal working memory. *Psychology and Aging*, 16(4), 666–681.  
<https://doi.org/10.1037/0882-7974.16.4.666>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.

Hinault, T., & Lemaire, P. (2020). Aging Effects on Brain and Cognition: What Do We Learn from a Strategy Perspective? In book: *The Cambridge Handbook of Cognitive Aging: A life course perspective* (pp.127-146) Publisher: Cambridge University Press.  
[https://www.researchgate.net/publication/342170468\\_Aging\\_Effects\\_on\\_Brain\\_and\\_Cognition\\_What\\_Do\\_We\\_Learn\\_from\\_a\\_Strategy\\_Perspective](https://www.researchgate.net/publication/342170468_Aging_Effects_on_Brain_and_Cognition_What_Do_We_Learn_from_a_Strategy_Perspective)

Horning, S., & Davis, H. P. (2012). Aging and Cognition. En V. S. Ramachandran (Ed.), *Encyclopedia of Human Behavior (Second Edition)* (pp. 44-52). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00007-0>

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2020). En el 2020 población peruana alcanza 32,6 millones de habitantes. Recuperado 31 de enero de 2022, de <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-el-2020-poblacion-peruana-alcanza-326-millones-de-habitantes-12302/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2021). Situación de la población adulta mayor (informe técnico)

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_adulto\\_mayor\\_1.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_adulto_mayor_1.pdf)

Irwin, K., Sexton, C., Daniel, T., Lawlor, B., & Naci, L. (2018). Healthy Aging and Dementia: Two Roads Diverging in Midlife? *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2018.00275>

Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86(2-3), 199-225.

[https://doi.org/10.1016/0001-6918\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0001-6918(94)90003-5)

Kang, W., Wang, J., & Malvaso, A. (2022). Inhibitory control in aging: The compensation-related utilization of neural circuits hypothesis.

*Frontiers in aging neuroscience*, 13.

<https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.771885>

Livia Segovia, J., Zegarra Martinez, V., Vásquez, J., Ortiz Moran, M., Camacho, O., Herrera Pino, D., & Flores, M. (2019). Prevalencia de deterioro cognitivo en adultos mayores que acuden a la consulta de atención primaria de la salud. *Cátedra Villarreal - Psicología*, 2(2), 353-362. Recuperado a partir de

<https://revistas.unfv.edu.pe/CVFP/article/view/320>

Luna-Solis, Y., & Vargas Murga, H. (2018). Factores asociados con el deterioro cognoscitivo y funcional sospechoso de demencia en el adulto mayor en Lima Metropolitana y Callao. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 81(1), 9-19. <https://doi.org/10.20453/rnp.v81i1.3269>

- Lustig, C., Hasher, L., & Zacks, R. (2007). Inhibitory Deficit Theory: Recent Developments in a "New View. *The place of inhibition in cognition*, 17.  
[https://www.researchgate.net/publication/255603341\\_Inhibitory\\_Deficit\\_Theory\\_Recent\\_Developments\\_in\\_a\\_New\\_View](https://www.researchgate.net/publication/255603341_Inhibitory_Deficit_Theory_Recent_Developments_in_a_New_View)
- Manard, M., Carabin, D., Jaspard, M., & Collette, F. (2014). Age-related decline in cognitive control: The role of fluid intelligence and processing speed. *BMC Neuroscience*, 15, 7.  
<https://doi.org/10.1186/1471-2202-15-7>
- Marino, J., Arias, J., Abusamra, V., Torres, G., & Kozina, Z. (2019). *Velocidad de procesamiento de la información en pruebas neuropsicológicas clásicas e influencia de la edad*. 11, 15-22.  
<https://doi.org/10.5579/rnl.2019.0511>
- Matar-Khalil, S. (2023). Neurocovid-19: Efectos del COVID-19 en el cerebro. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, e108.  
<https://doi.org/10.26633/rpsp.2022.108>
- Matysiak, O., Kroemeke, A., & Brzezicka, A. (2019). Working Memory Capacity as a Predictor of Cognitive Training Efficacy in the Elderly Population. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11.  
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnagi.2019.00126>
- Meng, X., & D'Arcy, C. (2012). Education and dementia in the context of the cognitive reserve hypothesis: A systematic review with meta-analyses and qualitative analyses. *PloS One*, 7(6), e38268.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038268>

Ministerio de salud – MINSA (2019). *Alzheimer afecta a más de 200 mil adultos mayores en Perú.*

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/51175-alzheimer-afecta-a-mas-de-200-mil-adultos-mayores-en-peru>

Murman, D. L. (2015). The Impact of Age on Cognition. *Seminars in Hearing*, 36(3), 111-121. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555115>

Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de población (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248.

[https://population.un.org/wpp/publications/files/wpp2017\\_keyfindings.pdf](https://population.un.org/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf)

Nyberg, L., Boraxbekk, C.-J., Sörman, D. E., Hansson, P., Herlitz, A., Kauppi, K., Ljungberg, J. K., Lövheim, H., Lundquist, A., Adolfsson, A. N., Oudin, A., Pudas, S., Rönnlund, M., Stiernstedt, M., Sundström, A., & Adolfsson, R. (2020). Biological and environmental predictors of heterogeneity in neurocognitive ageing: Evidence from Betula and other longitudinal studies. *Ageing Research Reviews*, 64, 101184.

<https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101184>

Organización Mundial de la salud – OMS (2002). Envejecimiento activo: Un marco político. *Revista Española Geriátrica Gerontológica*

2002:37 (S2) 74-105 Recuperado 13 de febrero de 2023, de

[https://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/vejez/oms\\_envejecimiento\\_activo.pdf](https://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/vejez/oms_envejecimiento_activo.pdf)

- Ostrosky-Solís, F., Ardila, A., & Rosselli, M. (1999). NEUROPSI: A brief neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational level. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5(5), 413-433. <https://doi.org/10.1017/s1355617799555045>
- Ostrosky-Solís, F., & Lozano, A. (2006). Digit Span: Effect of education and culture. *International Journal of Psychology*, 41(5), 333-341. <https://doi.org/10.1080/00207590500345724>
- Park, D. C., Polk, T. A., Mikels, J. A., Taylor, S. F., & Marshuetz, C. (2001). Cerebral aging: Integration of brain and behavioral models of cognitive function. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 3(3), 151-165. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2001.3.3/dcpark>
- Park, D. C., & Schwarz, N. (2002). *Envejecimiento cognitivo*. Ed. Médica Panamericana.
- Paxton, J. L., Barch, D. M., Racine, C. A., & Braver, T. S. (2008). Cognitive control, goal maintenance, and prefrontal function in healthy aging. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 18(5), 1010–1028. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm135>
- Peters, R. (2006). Ageing and the brain. *Postgraduate Medical Journal*, 82(964), 84-88. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2005.036665>
- Petersen, R. C. (2016). Mild Cognitive Impairment. *Continuum : Lifelong Learning in Neurology*, 22(2 Dementia), 404-418. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000313>
- Pliatsikas C, Veríssimo J, Babcock L, Pullman MY, Gleib DA, Weinstein M, et al. Working memory in older adults declines with age, but is

- modulated by sex and education. *Q J Exp Psychol (Hove)* [Internet]. 2019 [citado el 3 de diciembre de 2023];72(6):1308–27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30012055/>
- Rendón-Torres, L., Sierra-Rojas, I., Benavides-Guerrero, C., Botello-Moreno, Y., Guajardo-Balderas, V., & García-Perales, L. (2021). Factores predictores del deterioro cognitivo en personas mayores de 60 años. *Enfermería Clínica*, 31(2), 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.10.026>
- Reidl, L., y Guillén, R. (2019). *Diseños multivariados de investigación en las ciencias sociales*. UNAM. [https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/Disenos\\_Multivariados\\_Investigacion\\_CS.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/Disenos_Multivariados_Investigacion_CS.pdf)
- Reuter-Lorenz, P. A., & Cappell, K. A. (2008). Neurocognitive Aging and the Compensation Hypothesis. *Current Directions in Psychological Science*, 17(3), 177-182. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00570.x>
- Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2010). Human Neuroscience and the Aging Mind: A New Look at Old Problems. *The Journals of Gerontology: Series B*, 65B(4), 405-415. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq035>
- Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2014). How Does it STAC Up? Revisiting the Scaffolding Theory of Aging and Cognition. *Neuropsychology Review*, 24(3), 355-370. <https://doi.org/10.1007/s11065-014-9270-9>

- Rey-Mermet, A., & Gade, M. (2018). Inhibition in aging: What is preserved? What declines? A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(5), 1695-1716. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1384-7>
- Rico-Rosillo, M. G., Oliva-Rico, D., & Vega-Robledo, G. B. (2018). Envejecimiento: Algunas teorías y consideraciones genéticas, epigenéticas y ambientales. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 56(3), 287-294 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457757174017>
- Rivera, D., Perrin, P. B., Stevens, L. F., Garza, M. T., Weil, C., Saracho, C. P., Rodríguez, W., Rodríguez-Agudelo, Y., Rábago, B., Weiler, G., García de la Cadena, C., Longoni, M., Martínez, C., Ocampo-Barba, N., Aliaga, A., Galarza-del-Angel, J., Guerra, A., Esenarro, L., & Arango- Lasprilla, J. C. (2015). Stroop Color-Word Interference Test: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*, 37(4), 591-624. <https://doi.org/10.3233/NRE-151281>
- Robert, C., Borella, E., Fagot, D., Lecerf, T., & de Ribaupierre, A. (2009). Working memory and inhibitory control across the life span: Intrusion errors in the Reading Span Test. *Memory & Cognition*, 37(3), 336-345. <https://doi.org/10.3758/MC.37.3.336>
- Rogers, J. P., Chesney, E., Oliver, D., Pollak, T. A., McGuire, P., Fusar-Poli, P., Zandi, M. S., Lewis, G., & David, A. S. (2020). Psychiatric and neuropsychiatric presentations associated with severe

- coronavirus infections: A systematic review and meta-analysis with comparison to the COVID-19 pandemic. *The Lancet Psychiatry*, 7(7), 611-627. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30203-0](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30203-0)
- Russo, M. J., Kaňevsky, A., Leis, A., Iturry, M., Roncoroni, M., Serrano, C., Cristalli, D., Ure, J., & Zuin, D. (2020). Papel de la actividad física en la prevención de deterioro cognitivo y demencia en adultos mayores: Una revisión sistemática. *Neurología Argentina*, 12(2), 124-137. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2020.01.003>
- Salazar-Villanea, M., Liebmann, E., Garnier-Villarreal, M., Montenegro-Montenegro, E., & Johnson, D. K. (2015). Depressive Symptoms Affect Working Memory in Healthy Older Adult Hispanics. *Journal of depression & anxiety*, 4(4), 204. <https://doi.org/10.4172/2167-1044.1000204>
- Salthouse, T. (1994). The Aging of Working Memory. *Neuropsychology*, 8, 535-543. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.535>
- Salthouse, T. (1996). The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition. *Psychological review*, 103, 403-428. <https://doi.org/10.1037//0033-295X.103.3.403>
- Salthouse, T. A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*, 54(1), 35-54. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(00\)00052-1](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(00)00052-1)
- Salthouse, T. A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 16(5), 754-760. <https://doi.org/10.1017/S1355617710000706>

- Salthouse, T. (2012). Consequences of age-related cognitive declines. *Annu Rev Psychol* [Internet]. 2012;63(1):201–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100328>
- Sánchez Boluarte, S. S., & Abanto Saldivar, J. T. (2017). *Frecuencia de deterioro cognitivo leve amnésico y exploración de factores asociados en cuatro centros integrales del adulto mayor de Lima—Perú*. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/561>
- Sánchez, H., Reyes, C. (2015). Metodología y diseños en la investigación científica. Business Support Anneth SRL.
- Sharafkhaneh, H., & Grogan, W. (2015). *Neurocognitive Functions in Patients with Obstructive Sleep Apnea Hypopnea Syndrome* (pp. 63-68). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420168-2.00007-7>
- Silva, M. A., & Lee, J. M. (2021). Neurocognitive testing. En *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822963-7.00047-5>
- Small, B. J., Dixon, R. A., & McArdle, J. J. (2011). Tracking cognition-health changes from 55 to 95 years of age. *The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 66B, 153-161. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq093>
- Sommers, M. S., & Dessenberger, S. (2022). 7.03 - The Effects of Aging on Processing Speed, Inhibitory Control, Executive Function, and Working Memory: An Integrated Account of Age-Cognition Relations Across the Adult Lifespan. En G. J. G. Asmundson (Ed.),

- Comprehensive Clinical Psychology (Second Edition)* (pp. 40-51). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818697-8.00090-X>
- Stern, Y. (2012). Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *Lancet neurology*, *11*(11), 1006-1012. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70191-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70191-6)
- Tiego, J., Testa, R., Bellgrove, M. A., Pantelis, C., & Whittle, S. (2018). A Hierarchical Model of Inhibitory Control. *Frontiers in Psychology*, *9*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.01339>
- Tripathi, R., Kumar, K., Bharath, S., P, M., Rawat, V. S., & Varghese, M. (2019). Indian older adults and the digit span A preliminary report. *Dementia & Neuropsychologia*, *13*(1), 111-115. <https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn13-010013>
- Valencia, J., Morante, P., Soto, M. (2011) Velocidad de procesamiento y memoria de trabajo en adultos mayores: Implicancias para el envejecimiento cognitivo normal y patológico. *Revista De Psicología*, *1*, 11-26. <https://revistas.ucsp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/1>
- Verhaeghen, P., Geigerman, S., Yang, H., Montoya, A. C., & Rahnev, D. (2019). Resolving Age-Related Differences in Working Memory: Equating Perception And Attention Makes Older Adults Remember As Well As Younger Adults. *Experimental aging research*, *45*(2), 120-134. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2019.1586120>

- Wechsler, D. (2012). Manual técnico y de interpretación: WAIS IV Escala de inteligencia de Wechsler para adultos – adaptación española. Pearson.
- West R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological bulletin*, 120(2), 272–292.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.120.2.272>
- West, S., Taylor, A., Wu, W. Model fit and model selection in structural equation modeling, in Hoyle, R. H. (Ed.). (2012). *Handbook of structural equation modeling*. Guilford Press.
- World Health Organization – WHO (2023) *World health statistics 2023: Monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*. Recuperado 18 de junio de 2023, de <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240074323>
- Wrigglesworth, J., Ward, P., Harding, I. H., Nilaweera, D., Wu, Z., Woods, R. L., & Ryan, J. (2021). Factors associated with brain ageing—A systematic review. *BMC Neurology*, 21(1), 312.  
<https://doi.org/10.1186/s12883-021-02331-4>
- Zaninotto, P., Batty, G. D., Allerhand, M., & Deary, I. J. (2018). Cognitive function trajectories and their determinants in older people: 8 years of follow-up in the English Longitudinal Study of Ageing. *J Epidemiol Community Health*, 72(8), 685-694.  
<https://doi.org/10.1136/jech-2017-210116>
- Zegarra-Valdivia, J. A., Chino-Vilca, B. N., & Paredes-Manrique, C. N. (2023). Prevalencia de deterioro cognitivo leve en peruanos adultos

mayores y de mediana edad. *Revista Ecuatoriana de Neurología*.

Vol.

32,

Nº1.

[https://revecuatneurologia.com/magazine\\_issue\\_article/prevalencia-deterioro-cognitivo-leve-peruanos-adultos-mayores-mediana-edad-cognitive-impairment-prevalence-peruvian-middle-age-elderly-adults/](https://revecuatneurologia.com/magazine_issue_article/prevalencia-deterioro-cognitivo-leve-peruanos-adultos-mayores-mediana-edad-cognitive-impairment-prevalence-peruvian-middle-age-elderly-adults/)

Zhu, Z., Deng, J., Li, M., Qin, Y., Li, J., & Yang, Y. (2022). Processing speed mediates the relationship between brain structure and semantic fluency in aging. *Neuroscience Letters*, 788, 136838.

<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2022.136838>

Zuber, S., Ihle, A., Loaiza, V. M., Schnitzspahn, K. M., Stahl, C., Phillips, L. H., Kaller, C. P., & Kliegel, M. (2019). Explaining age differences in working memory: The role of updating, inhibition, and shifting. *Psychology & Neuroscience*, 12(2), 191-208.

<https://doi.org/10.1037/pne0000151>

**ANEXO 1: Consideraciones éticas: versión n°2 28.10.15**  
**Consentimiento para participar en un estudio de investigación**  
**- ADULTOS -**

|               |  |
|---------------|--|
| INSTITUCIONES | Servicios de Salud de CAFAE – SE / Universidad Peruana Cayetano Heredia    |
| INVESTIGADORA | Psicóloga Mg. Ysela J. Pérez Ramos   |
| TÍTULO        | MODELO MULTIVARIABLE DE FUNCIONAMIENTO NEUROCOGNITIVO DEL ADULTO MAYOR (*) |

(\*) Título modificado en la versión final de la tesis

**Propósito del Estudio:**

Este documento tiene como finalidad informar e invitarlo a participar en el estudio llamado "Modelo Multivariable de Funcionamiento Neurocognitivo del adulto mayor", el cual será desarrollado por una investigadora de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, en los Servicios de salud del CAFAE – SE.

Debe usted saber, que a medida que avanza la edad, las personas vamos experimentando diferentes cambios que provocan que el funcionamiento de nuestro organismo se haga cada vez más lento. Esos cambios son normales y también se apreciarán en nuestro sistema nervioso, es decir en nuestro cerebro, interfiriendo de alguna manera en nuestras habilidades mentales o cerebrales, como por ejemplo en nuestra memoria o atención, con la presencia de olvidos, dificultades para retener información o para recordar fechas, citas, etc. A pesar de ser parte natural de nuestro desarrollo, algunas veces esas situaciones podrían tener efectos sobre nuestro razonamiento y desenvolvimiento en la vida diaria; por eso, este estudio tiene como propósito conocer de qué manera se van produciendo estos cambios en las habilidades que influyen en el funcionamiento de nuestro cerebro, pues de esa manera, en el futuro, se puede ayudar a crear mejores formas de postergar la aparición de dichos cambios en las personas de la tercera edad. Para ello, podrán participar las personas interesadas que como usted son beneficiarias de los servicios de salud del CAFAE-SE, varones o mujeres cuyas edades se encuentren entre los 60 y 85 años y que acepten participar voluntariamente en este estudio. Como parte de este proyecto se realizarán evaluaciones en donde usted podrá participar de manera voluntaria respondiendo a sencillos test psicológicos que consisten en tareas de repetición, reconocimiento de figuras o sonidos, dibujos y responder a preguntas sencillas. Estas evaluaciones serán totalmente gratuitas y no tendrá que realizar pago alguno. Si usted decide aceptar su participación sólo deberá firmar en la parte final de este documento (CONSENTIMIENTO INFORMADO) y además llenar un pequeño formato (cuestionario) que se adjunta en la última página, con datos generales sobre su persona, los cuales al igual que toda la información se mantendrá en total reserva por la investigadora.

**Procedimientos:**

Si usted acepta participar en este estudio se le harán las siguientes evaluaciones:

Primera sesión: Evaluación del funcionamiento neurocognitivo, es decir, cómo funciona su mente. Segunda sesión: Evaluación de un tipo de memoria, de su capacidad para controlar interferencias en su mente y la velocidad con que usted procesa la información

Cada sesión será programada en un horario previa coordinación con su persona y tendrá una duración aproximada de 45 min. Cada una. Aunque sería poco probable que ocurra, en caso de que su desempeño requiera más tiempo o usted se sienta cansado, se podrá tomar algunos minutos adicionales para su desarrollo, o en caso contrario hacer una reprogramación de la sesión de evaluación en un nuevo horario de su conveniencia. De todas maneras, usted no tendrá que hacer ningún pago y además durante el tiempo que usted permanezca en las instalaciones del CAFAE-SE, usted podrá aprovechar, si así lo desea, en hacer uso de otros servicios como, por ejemplo, pasar por triaje para medir su presión arterial, peso, etc., o recibir información sobre otras actividades que realiza el CAFAE-SE, como por ejemplo las actividades culturales.

**Riesgos:**

No se prevén riesgos físicos o psicológicos por participar en esta fase del estudio.

Las evaluaciones consisten en tareas sencillas que solo requieren de su atención a las indicaciones de la evaluadora y donde usted podrá responder de acuerdo con sus posibilidades, y en todo momento contará con la libertad de decidir en continuar o no en el proceso.

**Beneficios:**

Usted se beneficiará con un reporte de sus resultados al final del estudio, por medio de un informe breve y confidencial donde se le brindarán recomendaciones si fueran necesarias. Además, se le brindarán trípticos o pequeños manuales informativos con sugerencias de actividades y ejercicios para estimular su mente. Los costos de todas las evaluaciones serán cubiertos por el estudio y no le ocasionarán gasto alguno.

**Costos e incentivos**

Usted no deberá pagar nada por participar en el estudio. Igualmente, no recibirá ningún incentivo económico ni de otra índole, únicamente la satisfacción de colaborar a un mejor entendimiento del funcionamiento neurocognitivo en las personas de la tercera edad.

**Confidencialidad:**

La identidad de cada participante se mantendrá en total reserva. Se guardará su información con códigos y no con nombres. Si los resultados de esta investigación son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas que participan en este estudio. Sus archivos no serán mostrados a ninguna persona ajena al estudio sin su consentimiento.

**Derechos del participante:**

Si usted decide participar en el estudio, puede retirarse de éste en cualquier momento, o no participar en una parte del estudio sin perjuicio alguno. Si tiene alguna duda adicional, por favor pregunte al personal del estudio, o llamar a la investigadora principal Psicóloga Ysela Pérez Ramos al [REDACTED].

Si usted tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, o cree que ha sido tratado injustamente puede contactar al Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, teléfono 01- 319000 anexo 2271

**CONSENTIMIENTO**

Acepto voluntariamente participar en este estudio, comprendo que cosas me van a pasar si participo en el proyecto, también entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| _____               | _____        |
| <b>Participante</b> | <b>Fecha</b> |
| Nombre:             |              |
| DNI:                |              |
| _____               | _____        |
| Testigo             | Fecha        |
| Nombre:             |              |
| DNI:                |              |
| _____               | _____        |
| <b>Investigador</b> | Fecha        |
| Nombre:             |              |
| DNI:                |              |

**ANEXO 2:**

CÓDIGO: \_\_\_\_\_

**FICHA DE DATOS GENERALES DEL PARTICIPANTE**

Estimado participante, el siguiente es un formato que debe ser respondido por usted y si lo requiere con apoyo de un acompañante. En esta ficha irán algunos datos que son necesarios conocer antes de las evaluaciones del estudio, por eso lea detenidamente y llene los espacios correspondientes. Toda la información que usted brinde será completamente confidencial, solo conocida por la evaluadora. Si tiene alguna duda, puede preguntar cuántas veces lo requiera.

NOMBRE \_\_\_\_\_  
 Coloque solo su nombre y las iniciales de su apellido por ejemplo: José P.R

---

SEXO \_\_\_\_\_

---

FECHA DE NACIMIENTO \_\_\_\_\_

---

EDAD \_\_\_\_\_

---

GRADO DE INSTRUCCIÓN \_\_\_\_\_

---

ACTIVIDAD ACTUAL \_\_\_\_\_

---

TIPO DE BENEFICIARIO TITULAR ( ) FAMILIAR ( ) OTRO \_\_\_\_\_

---

N° teléfono \_\_\_\_\_

---

**Antecedentes médicos:**

HTA SI ( ) NO ( )  
 Diabetes SI ( ) NO ( )  
 Enfermedad coronaria SI ( ) NO ( )  
 Otros SI ( ) NO ( )

Utiliza usted algún fármaco: (especifique cuál(es) y porqué)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Responda por favor si ha recibido usted alguna vez uno o más de estos diagnósticos

| Dificultad  | SÍ | NO | Especialista que hizo el diagnóstico (médico, geriatra, psicólogo, psiquiatra, neurólogo, otro) | Fecha aproximada de diagnóstico |
|---|----|----|---|---------------------------------|
| Déficit intelectual o retraso mental                                  |    |    |   |                                 |
| Deterioro cognitivo   |    |    |   |                                 |
| Demencia senil  |    |    |   |                                 |
| Trastorno neurológico ejm: Parkinson, Corea, atetosis, Alzheimer, ACV |    |    |   |                                 |

En caso de alguna respuesta afirmativa en alguna dificultad por favor especifique su diagnóstico

\_\_\_\_\_

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN