

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CAMBIOS BIOLÓGICOS EN EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO CEREBRAL NORMAL.....	5
3. ESTUDIOS SOBRE CAMBIOS COGNITIVOS EN EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO NORMAL.....	10
3.1 ESTUDIOS TRANSVERSALES.....	11
3.2 ESTUDIOS LONGITUDINALES.....	15
3.3 DIFERENCIAS ENTRE ESTUDIOS.....	21
4. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO.....	23
5. DISCUSIÓN.....	25
6. BIBLIOGRAFÍA.....	27

1. INTRODUCCIÓN

Cronbach (1957) afirmó que existen dos métodos de realizar psicología científica, el método experimental y el correlacional. El estudio del cambio cognitivo atribuido a la edad es en su mayoría estudiado de manera observacional y correlacional porque la hipótesis que está debajo es que, la edad, es la variable independiente que ejerce un rol causal en el funcionamiento cognitivo y, por tanto, no puede ser manipulada de una manera experimental. Los expertos en metodología consideran este método como diseños prospectivos ex post-facto basados en la manipulación de la edad (estudios transversales) o del tiempo (estudios de cohorte y estudios longitudinales). Además, se administran métodos experimentales o cuasi-experimentales cuando se requieren analizar los determinantes de estos cambios. Schaie (1987) definió los diferentes tipos de estudios en relación con el envejecimiento cognitivo.

En los estudios transversales, grupos de distintas edades son examinados con los mismos instrumentos en un determinado momento, y los análisis estadísticos se realizan entre grupos para ver las diferencias que se dan entre edades, las diferencias interindividuales. Además, este tipo de diseño de estudio también es útil para establecer perfiles de edad. Hay que tener en consideración que los resultados no se pueden generalizar a cambios de edad o diferencias de cohorte.

Los diseños longitudinales se caracterizan por ser una muestra de sujetos que se va analizando a lo largo de la vida de los mismos, dando información sobre sus trayectorias, cambios intraindividuales y cambios en las características bio-psico-sociales. El diseño longitudinal más simple es el de cohorte, donde una misma cohorte se va analizando durante periodos específicos de tiempo (7 años en el caso del Seattle Longitudinal Study, SLS). Los diseños pueden ser secuenciales, donde se pueden hacer comparaciones entre grupos con la misma edad que pertenecen a distintas cohortes y que se evalúan en distintos momentos.

El concepto de inteligencia es de relevancia a lo largo de este estudio debido a que los cambios cognitivos asociados a la edad van a verse reflejados en esta variable. En primer lugar fue clasificada por Horn & Cattell (1976) en dos grandes categorías. Inteligencia fluida y cristalizada. La fluida es la inteligencia que se relaciona con la rapidez mental, capacidad de deducción e inducción, capacidad de establecer relaciones y la memoria de trabajo. La inteligencia cristalizada son todas las capacidades,

estrategias y conocimientos que se tienen como resultado de una adquisición en el proceso vital. En ella entran la comprensión verbal, las relaciones semánticas, las evaluaciones de las experiencias, los juicios y la orientación espacial.

Para evaluar la inteligencia en la vida adulta, las baterías más utilizadas son el Primary Mental Abilities (PMAs) y el WAIS. El WAIS IV (Lichtenberger & Kaufman, 2009) se compone de cuatro escalas: comprensión verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. Comprensión verbal consta de las siguientes pruebas: semejanzas (asociar conceptos), vocabulario (refleja el nivel de educación), información (nivel de educación y adquisición, almacenamiento y recuperación de la memoria a largo plazo) y una prueba opcional de comprensión (comprensión verbal y juicio práctico). Razonamiento perceptivo consta de: cubos (análisis y síntesis visual), matrices (razonamiento abstracto), puzzles visuales (razonamiento no verbal), y como opcionales, balanzas (razonamiento cuantitativo) y figuras incompletas (diferenciar entre esencial-no esencial). Memoria de trabajo consta de: dígitos (atención y memoria de trabajo), aritmética (operaciones y memoria de trabajo), y como opcional letras y números (atención y memoria de trabajo). Velocidad de procesamiento se compone de: búsqueda de símbolos (velocidad en tareas simples), clave de números (destreza visomotora y agilidad) y como opcional cancelación (vigilancia, atención selectiva). De la puntuación obtenida en las pruebas se obtienen los índices correspondientes a la escala medida y, a través de baremos por edades, se obtiene el cociente de inteligencia total del individuo. El PMAs (Primary mental abilities) es una prueba que recoge datos para 5 capacidades diferentes: significado verbal, espacio, razonamiento, números y fluencia de palabras. En las dos últimas ocasiones de recogida de datos del estudio se incluyeron nuevas habilidades asociadas a un factor de nivel: razonamiento inductivo, orientación espacial, velocidad perceptiva, habilidad numérica, habilidad verbal y memoria verbal. (Schaie, 1996).

Una vez definida la inteligencia, es necesario hacer una distinción entre los diferentes tipos de envejecimiento que existen, y los pioneros en este campo son Rowe & Kahn (1987), que diferenciaron entre envejecimiento normal, patológico y exitoso. El envejecimiento normal (en el cuál se centra este trabajo) es el proceso universal que afecta al ser humano por el cual sufre cambios biológicos, funcionales, psicológicos, cognitivos y sociales. El envejecimiento patológico implica una disfunción considerada como un agravante del proceso de envejecimiento. Puede ser debido a enfermedades

neurodegenerativas o a lesiones adquiridas (demencias, tumores, accidentes cerebrovasculares...). Por último, definen el envejecimiento exitoso como la unión de tres componentes claves en la vejez: la ausencia de enfermedad o discapacidad relacionada con la misma, una alta capacidad cognitiva y funcional, y un compromiso activo con la vida.

Debido a la complejidad del proceso de envejecimiento en un ser humano, conviene hacer una distinción entre envejecimiento biológico (daños en el organismo inherentes a la vida) y envejecimiento psicológico (de mayor interés para la línea de este estudio) que contempla al ser humano en toda su complejidad y es multifactorial.

Olshansky, Hayflick & Carnes (2002) definen el envejecimiento biológico como una acumulación de daño aleatorio a los bloques de construcción de la vida (ADN, proteínas, lípidos y grasas específicos) y en algún momento, excede las capacidades del organismo de autorrepararse. Estos daños provocan deterioros en células, tejidos, órganos, sistemas de órganos, aumentando así la posibilidad de enfermar dando las manifestaciones características del proceso de envejecimiento, como es la pérdida de masa muscular, de masa ósea, disminuciones en tiempos de reacción, pérdidas sensoriales y pérdida en la elasticidad de la piel.

Por otro lado, Baltes (1987) concreta qué es el envejecimiento psicológico. Desarrolla la idea desde la psicología del desarrollo del recorrido vital. Es un envejecimiento que se produce de una forma multidireccional, ya que se pueden observar deterioros en ciertas funciones, mientras que otras, con los años pueden verse estabilizadas o mejoradas. El desarrollo es visto como una serie de pérdidas y ganancias. Aunque se pueden producir ganancias en el final de la vida, la etapa que caracteriza a las ganancias es la de la maduración del ser humano, y las pérdidas, se van dando al ir envejeciendo. La plasticidad juega un papel crucial en las diferencias intraindividuales, ya que, dependiendo de los propios recorridos vitales, el desarrollo de una persona puede variar mucho. Tiene en cuenta el marco socio-cultural e histórico ya que el envejecimiento está sujeto al contexto en el que se desarrolla la persona (economía, educación...). El contexto funciona como un paradigma en el envejecimiento, pues en él entran muchas influencias, incluyendo experiencias no normativas. Es una perspectiva del envejecimiento psicológico enfocada desde un punto de vista multidisciplinar, dónde se tienen en cuenta factores psicológicos, biológicos,

sociológicos y antropológicos. Así, Baltes crea el modelo de envejecimiento exitoso SOC (selección, optimización y compensación), tres reajustes necesarios para la adaptación exitosa hacia la vejez. La selección es la capacidad de elegir actividades o relaciones en función a los gustos propios. En el caso de la vejez, en muchas ocasiones puede estar orientada a pérdidas (ya no puedo realizar esta tarea que me agrada, selecciono otra). La optimización está ligada al rendimiento, es sacarle el máximo provecho a la tarea realizada. La compensación hace referencia a pérdidas: ya no se puede ejecutar la tarea del modo que antes se hacía, se debe buscar una nueva estrategia.

Rabbitt (2005) propuso que la principal razón de que los individuos tengan diferentes trayectorias viene determinada por complejas interacciones: herencia genética, factores uterinos, primera infancia, nivel socioeconómico o estilo de vida, enfermedades, aspectos psicológicos, motivacionales, afectivos, acceso a sanidad y ayuda médica. La principal tarea de los gerontólogos es clasificar bien estos factores para poder decir cuáles de ellos producen mayor influencia en los deterioros para así poder trabajarlos y tener un final de vida más sano y llevadero.

2. CAMBIOS BIOLÓGICOS ASOCIADOS AL ENVEJECIMIENTO NORMAL.

En el proceso de envejecimiento normal, se producen daños en los tejidos y órganos del cuerpo humano, y el cerebro no es una excepción. Se han podido realizar estudios a través de técnicas de neuroimagen y de volumetrías cerebrales que aportan evidencias de que el cerebro va sufriendo cierto encogimiento al llegar a edades adultas. Este encogimiento es diferencial, pues no se da en todas las áreas cerebrales, ni se produce a igual velocidad en las que sí lo sufren. Los huecos que son consecuencia de este encogimiento, van a ser rellenados con líquido cefalorraquídeo. Es notable, además, la muerte neuronal, así como el deterioro de la comunicación entre neuronas que se produce en la materia gris y blanca. Además, hay toda una serie de genes y proteínas que están relacionados con el proceso de envejecimiento cerebral.

Entre los cambios más frecuentes en el envejecimiento normal son la disminución del peso y del volumen cerebral, atrofia cortical y de sus neuronas y pérdida a nivel subcortical. (Escobar, A. 2001). Las bases biológicas del envejecimiento cerebral no son claras, pero si es segura la pérdida de neuronas y de sinapsis entre ellas. Hay una superposición de procesos, algunos de ellos son cuantificables mediante

técnicas de neuroimagen con la MRI o PET, que informan del estado cognitivo del cerebro si se utilizan junto a tests cognitivos. (Lockhart y DeCrali, 2005). Con técnicas de neuroimagen como la Diffusor Tensor Imaging (DTI), se ha podido observar el declive en la materia blanca y en la transferencia interhemisférica en sistemas frontales por un envejecimiento normal del cuerpo caloso. Ello lleva a un peor funcionamiento en la función ejecutiva. La comunicación interneuronal podría verse dificultada debido a degradaciones asociadas a la edad en el citoesqueleto de los axones neuronales. Además, otro factor que influye en el descenso calidad de la acción neuronal con el envejecimiento normal, es la ruptura de la microestructura de la mielina de los axones. (Sullivan y Pfeferbaun, 2006).

Debido al declive que se produce en la memoria asociado a la edad, Tisseran y Joles (2003), revisaron estudios que se han centrado en los cambios en las áreas cerebelares que son el sustrato de la memoria. La red límbico-diencefálica juega un papel importante en la memoria y en los procesos de aprendizaje. Esta red incluye: el hipocampo, los cuerpos mamilares, el giro parahipocampal, el cíngulo anterior y el tálamo medio. La mayoría de los estudios que muestran atrofia en la zona del hipocampo y parahipocampal son transversales y solo dan evidencias indirectas de esta relación de deterioro. Estudios longitudinales muestran un declive en el volumen del lóbulo temporal-medial a partir de los 65 años de edad. Se han realizado varios estudios de cómo es la afectación cognitiva que se sustenta en la degradación de la red límbico-diencefálica con resultados mixtos. Golomb et al. (1994, como se citó en Tisseral y Joles, 2003), encontraron que el volumen del hipocampo es un buen predictor para la ejecución de tareas de memorizar listas. Otros, no encontraron esta correlación (Raz et al 1998, como se citó en Tisseral y Joles, 2003), o incluso se encontró la contraria (Köhler et al 1998, como se citó en Tisseral y Joles, 2003). Esto sugiere que, en adultos sanos, un gran volumen talámico puede ser favorable para un rápido procesamiento de la información, aunque el encogimiento del mismo con la edad no predice resultados en tareas que lo midan (Van der Werf et al 2001, como se citó en Tisseral y Joles 2003). Con respecto al sistema frontal-estriado-talámico, los estudios realizados con pacientes con daños focales (Janowsky et al 1989, como se citó en Tisseral y Joles 2003), sugieren que en las regiones frontales podrían representar un papel importante en las funciones de organización de la memoria. El córtex frontal juega un papel crucial en esta red neuronal de trabajo ya que integra cinco circuitos paralelos en los que se

incluyen memoria de trabajo y funciones ejecutivas. Estos circuitos suelen incluir las partes del lóbulo frontal que se proyectan a las estructuras estriadas, que están conectadas a los globos pálidos y la sustancia negra del tálamo. Raz et al. (1997) encontraron una pérdida de volumen en el lóbulo central, en el tálamo (Van der Werf et al 2001) y en el estriado (Gunning-Dixon et al 1998). En estudios longitudinales se encontró (Pfefferbaun et al 1998) una reducción del volumen de córtex prefrontal en un periodo de 5 años. Se ha encontrado una relación débil entre la atrofia prefrontal en el envejecimiento y la memoria de trabajo (Raz et al 1998) y flexibilidad cognitiva (Hänninen et al 1997). En general, el envejecimiento viene acompañado de un deterioro en la actividad cerebral que se ve reflejado durante los test e incluso en los descansos. Los cambios más evidentes son producidos en el córtex prefrontal.

Sullivan & Pfefferbaun (2006) encontraron que tanto en estudios transversales como en estudios longitudinales realizados con la técnica de neuroimagen MRI (no invasiva), se muestra que hay un aumento en el volumen de los huecos por donde fluye el líquido cerebro-espinal. Esto ocurre previamente al desgaste de la materia gris y en menor medida, de la blanca. Algunos estudios indican que la degeneración es algo mayor en la sustancia blanca que en la gris, Pero esta pérdida es muy pequeña (en torno al 1% cada década) según relatan estudios longitudinales en muestras del área del cuerpo calloso. Ciertos estudios muestran que se produce una degradación en la materia gris y volumen de los hemisferios cerebelares, sin embargo, la materia blanca que forma el núcleo dentado, sufre un deterioro en cuanto a intensidad de la señal probablemente debida a deposiciones de hierro. En el artículo proponen que este deterioro en los circuitos fronto-cerebelares contribuyen a la afectación de ciertas funciones: procesos atencionales, bucle fonológico de la memoria de trabajo y otras funciones ejecutivas. Además, exponen la plasticidad neuronal, con sistemas de compensación neurales. Proponen que si nos ponen una tarea cognitiva que nos resulta un reto, los sistemas neuronales activan el manejo de esa tarea acorde a una red neuronal que previamente encaja para realizar dicha actuación. En el caso de que estas redes neuronales se vean afectadas por los cambios relacionados con el envejecimiento, se pueden encontrar diferentes circuitos para realizar dicha tarea (sistemas compensatorios). Puede pasar que estos sistemas compensatorios también se vean afectados (como puede ocurrir en el envejecimiento patológico) y la tarea salga con un resultado defectuoso.

Pfefferbaun, Rohlfing, Rosenbloom, Chu, Corlain, & Sullivan (2013) eligieron un grupo de adolescentes y otro de adultos con el objetivo de ver las diferencias estructurales en el cerebro en edades diferentes. Se les midieron diferentes volúmenes de áreas cerebrales con la técnica de neuroimagen MRI. Encontraron cambios en las diferentes áreas del cerebro con patrones de trayectorias distintos relacionados con el área, el tipo de tejido o el sexo. Encontraron que el cuerpo calloso es la única estructura que se mantiene estable con la edad, además, se vieron aumentos de volúmenes en el fluido cerebro-espinal relacionados con la edad.

Raz, Gunning-Dixon, Head, Rodrigue, Williamson y Acker (2004) encontraron que el cerebro muestra diferencias individuales que van de la mano de variables como son el sexo y la edad. Como se ha podido ver con anterioridad, se producen varios encogimientos en zonas cerebrales, y se produce un aumento del líquido cerebro-espinal, con el correspondiente incremento de volúmenes de las cavidades que lo contienen. Lo que encontraron en su investigación es que con la población seleccionada (adultos estadounidenses sanos, y con alto grado de educación) al mirar con técnicas de neuroimagen los volúmenes en diferentes áreas cerebrales es que el Córtez Frontal dorsolateral es la zona del cerebro más sensible a los cambios producidos por la edad, coincidiendo con varios resultados de otros estudios transversales. En este mismo estudio, Raz, Gunning-Dixon, Head, Rodrigue, Williamson y Acker (2004) compararon su muestra con la de otro estudio similar hecho años antes, encontrando que no había cambios significativos de volumen en ninguna de las áreas específicas medidas del cerebro, salvo en el giro pre-central, por lo que el estudio no podría ser replicable en lo que a esa área concreta se refiere. Una fuerte limitación a la hora de interpretar los resultados es que las tendencias de edad estimaron a partir de la regresión modelos basados en datos transversales. Al utilizar este tipo de modelos se asume que las tendencias del tiempo se pueden deducir de un momento instantáneo, ignorando así posibles efectos de cohorte y diferencias en los desarrollos de los individuos antes del momento de realizar la investigación.

Se puede encontrar la implicación genética en el envejecimiento cerebral. El alelo 4 del APOE ha sido asociado con un mayor declive en el envejecimiento cerebral normal. Se estudió la variante polimórfica del gen Pro12Ala ya que está asociado a la diabetes y la obesidad y se vio que estaba relacionado con el envejecimiento cerebral. Existen muchas investigaciones sobre el efecto del polimorfismo en los genes, y estos

son algunos de los resultados. La interacción CDTS/APOE en el alelo T del primero y 4 del segundo, reduce la velocidad de procesamiento, la memoria y la inteligencia fluida. (Payton, 2009). El CTDS T en interacción con HLA-DR2 está asociado a reducciones en la memoria y en la velocidad de procesamiento. (Kachiwala et al. 2005). La interacción entre SNPs con los receptores nicotínicos tiene efecto en la atención visual. (Greenwood et al. 2009). La interacción del gen BDNF se comparó en hipertensión y con nivel de glucosa. En hipertensos afecta a la memoria asociativa y la velocidad de procesamiento, más pronunciado en mujeres. Una alta cantidad de glucosa en sangre se asocia a un declive en la memoria de trabajo visual en los portadores del polimorfismo BDNF66. (Raz et al. 2009).

Rodrigue, Kennedy y Park (2009) observaron que uno de los papeles actuales de la neurociencia actual reside en encontrar los biomarcadores que determinan el envejecimiento cerebral, y sin duda uno de ellos es la deposición del beta-amiloide. El envejecimiento normal se asocia a cambios en los sistemas neurales y cognitivos que afectan a diferentes funciones ejecutivas, así como a la capacidad de la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo. En la actualidad, se está investigando qué marcadores tienen importancia en la edad adulta para determinar si una persona va a tener un envejecimiento normal o patológico. Esta deposición de la proteína puede darse en adultos que tienen un envejecimiento sano. En el cerebro sano, si se producen estas placas somos capaces de eliminarlas. A través de toda la literatura encontrada sobre la proteína amiloide se puede decir que entre los 65 y los 90 años de edad, en personas con un envejecimiento sano, la deposición de la proteína amiloide está entre el 20 y 30 %. En algunos estudios, parece que hay una relación entre la deposición de los fragmentos de esta proteína y el encogimiento hipocampal con un respectivo deterioro en la memoria episódica. Ciertos datos sugieren que unas buenas habilidades cognitivas previas a un estado premórbido hacen de amortiguadores frente al impacto de la deposición del amiloide. La deposición del amiloide en ningún caso implica el desarrollo de la enfermedad del Alzheimer, aunque es un factor de riesgo para su desarrollo. Todo parece indicar que, si se produce esta deposición desde una edad muy temprana, es mucho más probable que se desarrolle la enfermedad del Alzheimer. Este modelo es el marco de investigación para los cambios comportamentales y neurales con respecto al envejecimiento cognitivo. El modelo integra los declives funcionales y estructurales que se producen con la edad y las actividades compensatorias a éstos. Este

andamiaje del envejecimiento surge como una respuesta a la acumulación del amiloide, a la degeneración de la materia blanca, al encogimiento de ciertas áreas cerebrales y a las estrategias de compensación para estos cambios.

Alley, Crimmings, Karlamangla y Seeman (2008) encontraron proteínas inflamatorias que se asocian con un mal desempeño cognitivo (IL-6 y CPR), el estudio realizado por los investigadores fue de tipo longitudinal de cohorte en adultos de entre 70 y 79 años entrevistados en 1988, 1991 y 1995. Se siguieron sus actuaciones en pruebas de atención, lenguaje, capacidad espacial, recuerdo verbal, reconocimiento en el espacio y función cognitiva global basada en la edad, IL-6 y CRP. De forma transversal en el estudio encontraron una relación inversamente proporcional entre los niveles de inflamación y la línea base de la función cognitiva. Tras controlar factores que podían llevar a confusión, encontraron en el estudio longitudinal que no había efecto de los niveles de inflamación sobre la línea base de la cognición. Sin embargo, las personas con mayores niveles de IL-6 mostraron peor desempeño en la prueba SPSMQ de función cognitiva global. Por esto, los resultados sobre inflamación en relación con las funciones cognitivas no pueden generalizarse.

Millard, Seshardi, Beiser, Himali, Au, Fletcher, Carmichael, Wolf, y DeCarli (2012) Realizaron un estudio debido a que en estudios previos se identificó como factor de riesgo los daños vasculares en las personas mayores, y querían comprobar el efecto de una alta presión sanguínea en el cerebro. La edad se asoció con disminución de la anisotropía fraccional y aumento de la difusividad media en casi todos los vóxeles cerebrales de la sustancia blanca. La edad también se asoció de forma independiente con la reducción de los volúmenes en la materia gris. El aumento de la presión arterial sistólica se asoció linealmente con la disminución de la anisotropía regional y un aumento de la difusividad media, especialmente en el cuerpo caloso anterior, el borde fronto-occipital, y las fibras que se proyectan desde el tálamo hasta la circunvolución frontal superior. También fue fuertemente asociado con volúmenes reducidos de materia gris, particularmente en el área 48 de Brodmann en la superficie medial del lóbulo temporal y El área 21 de Brodmann de la circunvolución temporal media. Estos resultados sugieren que daños sutiles vasculares pueden causar problemas de inicio insidioso en el cerebro con efectos notables hasta en jóvenes adultos, por lo que es necesario un pronto y óptimo control de la presión sanguínea.

Por todo lo comentado con anterioridad, se puede asegurar que existe una disminución de peso y volumen cerebral, así como muerte neuronal y pérdida de sinapsis. Este encogimiento cerebral es compensado mediante un aumento del líquido cerebro-espinal que rellena los surcos y dilata los ventrículos. Existe evidencia entre daños vasculares y el inicio de deterioro cognitivo. Debido a la complejidad del proceso de envejecimiento y a las diferencias mostradas por estudios transversales y longitudinales, no existe consenso sobre cómo se produce este encogimiento cerebral, sino que es un proceso diferencial (los resultados no son concluyentes para el deterioro en los sistemas de memoria).

ESTUDIOS SOBRE CAMBIOS COGNITIVOS EN EL ENVEJECIMIENTO NORMAL.

Los datos biológicos vistos con anterioridad tienen su conato cognitivo. Se va a hacer una revisión ordenada de forma cronológica a través de estudios longitudinales y transversales para ver las trayectorias cognitivas en las personas mayores. Estudios transversales y longitudinales indican que los cambios asociados a la edad tienen que ver con el declive de la cognición en general, pero no es seguro asociar la edad cronológica con el declive de manera lineal (Whalley et al. 2004).

3.1 ESTUDIOS TRANSVERSALES

El informe presentado por James y Conrad en 1933 muestra los resultados de una encuesta a 19 comunidades de Massachusetts, New Hampshire y Vermont. La población con la que se hizo el estudio era completamente nativa. Se administró la prueba llamada Army Alpha en una de las dos situaciones. De esta forma, se recopilaron datos sobre puntuaciones del Army Alpha para 1191 sujetos entre las edades de 10 y 60 años. La curva de desarrollo para la prueba alfa total puede resumirse como un crecimiento lineal hasta los 16 años, con una aceleración negativa más allá de 16 a un pico entre las edades de 18 y 21. Sigue una disminución que es mucho más gradual pero que a la edad de 55 implica una recesión al nivel de 14 años.

Posteriormente, el propósito general del estudio de Horn & Cattell, (1967) fue describir las diferencias en el funcionamiento intelectual asociado con el envejecimiento en la edad adulta. Llevaron a cabo las estimaciones de factores amplios identificados como inteligencia fluida, inteligencia cristalizada, visualización general, rapidez,

cuidado y fluidez se obtuvieron combinando puntuaciones en varias pruebas encontradas para definir estos factores en investigaciones previas. Una muestra de 297 sujetos se dividió en cinco grupos de edad: 14-17 años, 18-20 años, 21-28 años, 29-39 años y 40-61 años. En los resultados obtenidos se analizaron los grupos de edad, el sexo y la educación, mostrando diferentes resultados. El nivel medio de inteligencia fluida fue sistemáticamente más alto para los adultos más jóvenes, en comparación con los adultos mayores. El nivel promedio de inteligencia cristalizada fue sistemáticamente más alto para los adultos mayores en comparación con los adultos más jóvenes. La media para la función de visualización general fue más alta para la agrupación de 21-28 años y los resultados descendieron sistemáticamente en ambos lados del valor alto. No se observaron tendencias de edad sistemáticas para la rapidez, el cuidado y los factores de fluidez generales. Estos resultados proporcionaron soporte para la teoría de la inteligencia fluida y cristalizada.

La muestra del Berlin Aging Study (BASE) de Lindenberger & Baltes, (1997) consta de 516 sujetos entre los 70 y los 103 años. el BASE se caracteriza por un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario e incluye información recopilada por cuatro áreas de investigación cooperantes: geriatría, psicología, psiquiatría y sociología económica. La batería cognitiva de la unidad de investigación de psicología de BASE consta de 14 pruebas que evalúan las diferencias individuales en cinco habilidades intelectuales: velocidad de percepción, razonamiento, memoria, conocimiento y fluidez. El objetivo principal del estudio de fue describir el corte transversal de gradientes de edad, estructura y correlatos de habilidades intelectuales en la vejez y en la vejez extrema de la muestra obtenida en el Berlin Aging Study. Los hallazgos se pueden resumir en que encontraron relaciones negativas lineales entre las habilidades cognitivas y la edad. Estos declives son más pronunciados en la inteligencia fluída. Los datos parecen indicar que los factores sociobiográficos están menos relacionados con el funcionamiento intelectual cuando se habla de vejez extrema, siendo de mayor importancia las variables sensorimotoras. Tomados en conjunto, estos hallazgos parecen apoyar la teoría de que el envejecimiento cognitivo es un proceso relativamente unitario y general, especialmente dentro del período de edad de anciano a muy anciano. Los resultados sugieren que los factores biológicos inducidos por el envejecimiento son una fuente importante de diferencias individuales en la inteligencia en la vejez y la vejez extrema.

El principal objetivo del estudio de Salthouse realizado en 1998 era analizar las influencias que producían diferencias individuales relacionadas con la edad en diferentes capacidades cognitivas. Se estudiaron de manera transversal tres muestras de sujetos diferentes, que consisten en niños (edad 5-17, n = 3,155), estudiantes universitarios (18-22 años, n = 735) y no estudiantes universitarios adultos (18-94 años, n = 1,580). Se analizaron los resultados en 16 tareas distintas: análisis – síntesis, formación de conceptos, cálculo, problemas aplicados, ciencia, ciencias sociales, humanidades, palabras incompletas, cierre visual, mezcla de sonido, memoria para nombres, aprendizaje visual-auditivo, memoria para oraciones, memoria para palabras, correspondencia visual y tachar. Los resultados mostraron que la mayoría de las diferencias asociadas a la edad se comparten a lo largo de diferentes variables cognitivas y son buenos predictores de las diferencias individuales en factores de alto nivel.

Más tarde, casi todos los participantes de la investigación transversal realizada por Salthouse (2004), informaron tener de buena a excelente salud, y un promedio de aproximadamente 16 años de Educación. Cuatro pruebas fueron comunes a la mayoría de estos estudios. Una prueba de vocabulario, otra de velocidad, otra de razonamiento y una última de memoria. Los datos para las pruebas de vocabulario, velocidad y razonamiento se basan en 1,424 adultos y para la prueba de memoria se basan en 997 adultos. La investigación sugiere que los declives asociados a la edad son bastante amplios, comienzan temprano en la edad adulta (20-30 años) y son acumulativos a lo largo de la vida. Para responder a la pregunta de por qué no hay mayores consecuencias negativas asociadas a la edad, Salthouse da 4 razones: En primer lugar, la capacidad cognitiva es solo un factor que contribuye al éxito en el funcionamiento de la mayoría de las actividades. Otros factores como la motivación, la persistencia y varias características de personalidad también son importantes, y pueden no estar relacionados con la edad o pueden seguir una trayectoria diferente a la de la edad en relación con el funcionamiento cognitivo. En segundo lugar, muy pocas situaciones requieren que las personas actúen en sus niveles máximos porque los humanos tienden a modificar sus entornos para reducir las demandas físicas y cognitivas. En tercer lugar, muchas personas pueden adaptarse a los cambios relacionados con la edad alterando el naturaleza y patrón de sus actividades. Y cuarto, la mayor experiencia y conocimiento

asociado con el aumento de la edad probablemente reduce la necesidad del tipo de resolver problema novedoso.

En el año 2009, Salthouse incluyó la primera evaluación de los participantes en las muestras con datos retest de estudios longitudinales y de corto plazo, más otros participantes adicionales de otros estudios (Salthouse, 2004; 2005). Todos los participantes de la investigación tenían entre 18 y 60 años de edad, y la mayoría de los participantes calificaron su salud como "muy buena" o "excelente". Casi todos los participantes realizaron la batería completa de 12 pruebas, con versiones idénticas de las pruebas administradas en la segunda sesión en los estudios de reevaluación longitudinal y de corto plazo. Se usaron tres tipos diferentes de pruebas para evaluar las capacidades cognitivas del razonamiento inductivo, la visualización espacial, la memoria episódica y la velocidad perceptual. Los resultados del proyecto sugieren que el deterioro cognitivo relacionado con la edad comienza relativamente temprano en la edad adulta, pero que puede no detectarse en comparaciones longitudinales a no ser que los efectos de retest y la experiencia se tengan en consideración. No todos los aspectos del funcionamiento cognitivo exhiben disminuciones tempranas relacionadas con la edad porque las medidas basadas en el conocimiento acumulado, como el rendimiento en pruebas de vocabulario o información general, se encuentran sistemáticamente que aumentan hasta al menos 60 años. Sin embargo, solo aquellas variables que muestran las diferencias relacionadas en las comparaciones transversales son directamente relevantes a la pregunta de cuándo comienza el deterioro cognitivo relacionado con la edad.

Los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica de estudios transversales sugieren que el deterioro cognitivo comienza en la adultez temprana en cuanto inteligencia fluída (20-30 años). Este declive se va produciendo de forma acumulativa. Sin embargo, no todas las habilidades siguen este curso, sino que hay algunas habilidades propias de la inteligencia cristalizada que pueden verse mantenidas o incluso en aumento hasta la decena de los 60 años. Cuando se habla de la vejez extrema, es notable la variabilidad entre individuos que está ligada al propio recorrido vital de cada uno de ellos y a las pérdidas sensoriomotoras de los individuos. Cuando se habla de población octogenaria, la inteligencia fluida y cristalizada converge para comenzar un decaimiento lineal.

3.2 ESTUDIOS LONGITUDINALES

En 1983, Schaie realizó un análisis de las ventajas de hacer estudios longitudinales, así como un recorrido por los más importantes sobre el envejecimiento. La principal ventaja de este tipo de estudios para observar los cambios en el desarrollo del humano es la posibilidad de ofrecer información de las diferencias intraindividuales. Como señaló Schaie (2000), las diferencias en las trayectorias individuales y los patrones de declive invitan a las investigaciones a evaluar las causas de un envejecimiento exitoso o patológico. Aunque algunas de estas influencias pueden estar representadas por construcciones psicológicas, otras parecen estar claramente ubicadas en la infraestructura fisiológica que subyace al comportamiento, así como los factores sociodemográficos que beneficien o restrinjan el desarrollo individual. El impacto en el desarrollo de todas estas influencias solo se evaluará mediante datos longitudinales. Los datos longitudinales permiten hacer inferencias acordes al hecho de que muchos individuos pueden presentar patrones de cambio intraindividual similares que pueden estar determinados por distintos procesos.

Schaie (1983), motivado por su interés en los estudios longitudinales, hizo una revisión bibliográfica de los estudios longitudinales más importantes realizados hasta la fecha. The Iowa State Study fue el primer informe (1919) cuidadosamente elaborado de forma longitudinal. Se estudió el funcionamiento intelectual tomando como base de partida la adultez joven (19 años). Es un buen modelo para ilustrar cómo puede desarrollarse un estudio longitudinal sólido a partir de una base de datos existente recopilada hace mucho tiempo, siempre que las identificaciones de sujeto se mantengan cuidadosamente y los sujetos potenciales pertenezcan a una población cuyo paradero se seguirá por otros motivos, en este caso, seguimiento de alumnos universitarios. Por razones éticas, se consideró importante proteger los nombres de los individuos en las puntuaciones de sus pruebas intelectuales. Sin estos archivos, el estudio no habría podido ser llevado a cabo. Los informes iniciales de este estudio (Owens, 1953, como se citó en Schaie, 1983), fueron un estimulador importante para una reexaminación crítica de lo inevitable del declive intelectual que se produce desde la adultez. Los datos del informe del Iowa concluyeron que, en universitarios, los picos de actuación en pruebas de funcionamiento intelectual se tenían a entre los 40 y los 50 años y el declive comenzaba a partir de los 60.

El Aging Twins Study fue realizado en 1946 por Kallmann y Sander, (como se citó en Schaie, 1983). Se interesaron por la longevidad y aspectos hereditarios del envejecimiento. Constaba de gemelos monocigóticos y dicigóticos que habían alcanzado los 60 años y que fueron examinados por última vez en 1973 (los supervivientes). Este estudio generó particular interés debido a que ponía en relación la interacción de factores genéticos con factores ambientales. El estudio recogió tanto datos psicométricos como bioquímicos. En los supervivientes se encontró que en las pruebas que no requerían velocidad, el funcionamiento intelectual se mantenía hasta los 75 años. Los factores hereditarios indican que son importantes para ciertas subescalas del WAIS.

En los Duke Longitudinal Studies se comenzaron dos estudios sobre el envejecimiento normal en el año 1955 y 1968, que se continuaron hasta el año 1976. Paltrow (1970, 1974) obtuvo resultados muy variados y el trabajo se va a centrar en los resultados psicológicos. En el primer estudio se midió inteligencia, memoria, velocidad de reacción y funcionamiento sensorial. En el segundo se midieron, además de lo citado anteriormente, tareas psicomotoras complejas. El interés particular que tiene este estudio es que recoge 11 recolecciones distintas de datos (en el primero), por lo que es un gran estudio para aprender patrones interindividuales de cambio. Debido a lo multidisciplinar que es, se puede observar las relaciones que existen entre las variables psicológicas y los factores de salud. Como en el SLS, se encontró una relación entre las enfermedades cardiovasculares y los declives más pronunciados de la inteligencia. Entre otros resultados se encontró que, en individuos sanos, los declives en la inteligencia no comienzan hasta los 70 años y que, en habilidades verbales hasta los años finales de la década de los 70. Además, se mostró que los patrones de personalidad se mantenían estables y, afirmando los autores que, aunque haya muchas variables psicológicas actuando en el proceso de envejecimiento, el sexo es muy importante a la hora de marcar las diferencias intraindividuales.

The Bonn Longitudinal Study of Aging (BOLSA) se realizó entre los años 1965 y finalizó en el 1977 por Thomae., (como se citó en Schaie, 1983). Puso énfasis en los primeros años del declive asociado al envejecimiento en sus aspectos fenomenológicos. Esto quiere decir que estudiaba la cronología de cómo percibía cada uno de los individuos su propio envejecimiento. Además, se tomaron medidas objetivas de inteligencia y personalidad. A parte se hizo un amplio barrido de índices de motivación,

biológicos y biográficos. El foco de la investigación era buscar los patrones de cambio y constancia alrededor de los 60 años de vida. La importancia de este estudio reside en que tiene en cuenta nuevos datos personales: participación social, espacio vital percibido, percepción del yo, estrés vital y familiar y otros problemas de salud. Los datos de BOLSA dan evidencia de un alto grado de consistencia en diferentes patrones de envejecimiento según lo definen la salud, la competencia cognitiva y social y la personalidad. Esta variabilidad interindividual está relacionada con el estatus socioeconómico, el género y otras variables sociales, así como con los estilos de afrontamiento. Las variables psicosociales también resultaron ser predictores significativos de la longevidad. Los hallazgos de BOLSA apuntan a la complejidad del proceso de envejecimiento que requiere un enfoque multidimensional

El Baltimore Longitudinal Study of Aging se enfocó en aspectos biológicos asociados al envejecimiento, pero al avanzar, fueron añadiendo sucesivamente diferentes variables psicológicas. Los resultados centrados en la personalidad de los individuos muestran apoyo a la estabilidad de los rasgos de personalidad a través del tiempo.

El Seattle Longitudinal Study (SLS) comenzó en el año 1954 con los últimos datos recogidos en 1977. En principio, estaba limitado al rastreo de cinco habilidades medidas con el PMAs (Primary Mental Abilities), además de ciertas características de personalidad medidas a lo largo del desarrollo de la vida adulta. Fue a lo largo de este estudio cuando se clarificaron relaciones formales entre estudios transversales y longitudinales. Estas relaciones se formalizaron en lo que se conoce como metodología secuencial (Schaie, 1965). El estudio consta de 4 cortes transversales y un seguimiento longitudinal con duraciones de entre 7 y 21 años. Como resultados se encontró que las capacidades intelectuales cristalizadas crecían en la mitad de la vida. Se produce un declive notable a partir de los 60 años y alcanza una magnitud sustancial en la década de los 70 y principios de los 80. Las habilidades fluidas parecen degenerar antes, mientras que las cristalizadas se mantienen por más tiempo, pero al sufrir declives, lo hacen de una manera más precipitada (en edades muy avanzadas). Se buscaron relaciones entre salud, estilo de vida y personalidad en la vida adulta como determinantes de los declives producidos en la vejez.

Como redactó Schaie en 1996, el envejecimiento intelectual se estudió intensivamente en el SLS (Schaie, 1993,1994, 1995). Ha seguido el recorrido vital de un gran número de individuos de entre 25 y 88 años durante periodos de 7 años. Los resultados muestran ganancias en las 5 habilidades del PMAs hasta la década de los 30-40 años, con una estabilidad hasta la década de los 50 y principios de los 60 años. Los datos muestran que los primeros declives, para algunas personas, pueden producirse a partir de los 50 años, pero este declive en la competencia psicológica no es muy notable hasta llegar a la mitad de la década de los 70. Otro declive que muestran los datos longitudinales se puede observar en la velocidad perceptual y en la habilidad numérica para mediados de los 50 años. Para principios de la década de los 60, los declives también son perceptibles en razonamiento inductivo y orientación espacial. Para finales de la década de los 70 hay declives notables en memoria verbal y habilidades verbales.

Encontraron que todos los sujetos habían mostrado declives modestos en por lo menos una de las cinco habilidades intelectuales primarias al llegar a los 60, y que, además, para la edad de 88 años las cinco habilidades habían degenerado. (Schaie, 1989, como se citó en Schaie, 1996). Los datos recogidos en el SLS muestran un deterioro en las habilidades que va siendo acumulativo según se va avanzando en edad. Para los 60, el sujeto común habrá declinado en una habilidad intelectual primaria, aunque en algunos individuos el declive se pueda dar de manera global, en las cinco.

Los datos longitudinales recopilados en Schaie (2000) mostraron edades posteriores de máximo rendimiento que en estudios transversales, manteniendo las funciones promedio en la mayoría habilidades hasta los sesenta, y solo disminución modesta a partir de los setenta. Extensiones adicionales de estos estudios (con algunos datos longitudinales a lo largo de 42 años), han replicado consistentemente estos hallazgos, con disminuciones dramáticas no experimentadas hasta los ochenta (Schaie, 1983, 1996b, como se citó en Schaie, 2000). La mayoría de los estudios longitudinales han encontrado que el curso de la vida adulta de las habilidades mentales no es uniforme. Las habilidades fluidas (a veces definidas como mecánica cognitiva o primitiva) tienden a alcanzar su pico a principios de la mitad de la vida y comienzan a disminuir a principios de los años 60. Las habilidades cristalizadas que representan habilidades adquiridas en un contexto cultural determinado (particularmente habilidades verbales), por el contrario, generalmente no alcanzan su punto máximo hasta que se alcanzan los 50 y comienzan a mostrar un declive significativo solo en los 70 ya

menudo muestran un declive mínimo incluso en los 80 (Schaie, 1996a, como se citó en Schaie, 2004). Pero con la edad avanzada, puede haber una convergencia creciente y un declive más pronunciado para ambos aspectos de la competencia intelectual, probablemente causada por la disminución cada vez mayor de las funciones sensoriales y del sistema nervioso central (Baltes y Lindenberger, 1997, como se citó en Schaie 2004).

En el SLS (Schaie, 2005), se estudió el efecto del entrenamiento cognitivo en las cohortes de 1984, 1991 y 1998. Los participantes de 64 años y más mayores, fueron evaluados sobre si se habían mantenido estables o habían experimentado un declive significativo en los factores de Razonamiento Inductivo y Orientación Espacial en los últimos 14 años. Las personas que habían empeorado solamente en una habilidad fueron asignadas al entrenamiento sobre esa capacidad, mientras que aquellos que se habían mantenido estables o que habían disminuido en ambas habilidades, recibían asignación aleatoria a las dos opciones de entrenamiento. Estrategia uno-a-uno la capacitación se realizó en cinco sesiones de 1 hora. El entrenamiento fue más efectivo para aquellos que habían mostrado declives. De ese grupo, el 40% volvieron al nivel de rendimiento que habían experimentado 14 años antes.

En resumen, los datos longitudinales muestran una edad de deterioro cognitivo significativamente mayor que la obtenida mediante datos transversales. Las ganancias cognitivas tendrían lugar hasta los 50-60 años. En habilidades fluidas, el deterioro comenzaría a percibirse a partir de finales de los 60 y, posteriormente, declinarían la inteligencia cristalizada, habiendo sujetos que incluso muestran un rendimiento cognitivo elevado pasados los 80 años.

3.3 DIFERENCIAS ENTRE ESTUDIOS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES.

Los hallazgos de estudios transversales encontraron declives que comenzaban en el principio de la edad adulta y continuaban a lo largo del desarrollo. Esto fue lo que motivó a los investigadores a realizar investigaciones longitudinales. Los estudios transversales anteriores (por ejemplo, Jones & Conrad, 1933) colocaron el máximo rendimiento en inteligencia y otros atributos psicológicos positivos en la adolescencia tardía o adultez joven con declive lineal tras este momento evolutivo. Por otro lado, los estudios de seguimiento longitudinal sugirieron que el crecimiento psicológico

continuaba generalmente hasta la adultez mediana y para algunas variables (especialmente las habilidades verbales) al menos hasta los 50 años. (Schaie, 2000).

Una cuestión teórica en estudios transversales que Salthouse (2004) tuvo en cuenta, es si el enfoque principal debería ser determinar qué aspectos específicos (por ejemplo, procesos o componentes teóricos) de la cognición son más (o menos) afectados por el envejecimiento, o si varias variables deben examinarse simultáneamente para determinar la medida en que los efectos relacionados con la edad en una variable particular son exclusivos de esa variable o compartidos con otras variables. La perspectiva micro, señala que la mayoría de las tareas cognitivas se puede suponer que involucra procesos múltiples, y por lo tanto una medida de rendimiento en casi cualquier tarea es probable que represente una mezcla desconocida de procesos teóricamente distintos que pueden ser difíciles de interpretar. La teoría macro propone una perspectiva que enfatiza que hay una gran cantidad de variables cognitivas relacionadas con la edad, y que las influencias en diferentes tipos de variables cognitivas no son estadísticamente independientes el uno del otro. Por lo tanto, la perspectiva macro ha argumentado que los efectos relacionados con la edad en tareas cognitivas particulares pueden ser síntomas de un fenómeno más amplio, y, en consecuencia, que puede no ser muy significativo intentar proporcionar una explicación clara para las diferencias de edad en cada variable.

Un segundo problema teórico (Salthouse, 2004) es si los investigadores deberían concentrarse sobre la especificación de características (p. ej., estrategia, eficiencia de hipótesis específicas procesos, adherencia a conjuntos particulares de creencias) asociadas con las diferencias de rendimiento de los adultos de diferentes edades en el tiempo de evaluación (factores proximales), o si los investigadores deberían tratar de identificar los factores que ocurren antes en la vida y que pueden haber contribuido a cualquier diferencia observada en el momento actual (factores distales).

Un tercer tema relevante (Salthouse, 2004) para la investigación de las causas del envejecimiento cognitivo surge del hecho de que los verdaderos experimentos no son posibles porque la variable crítica de la edad no se puede asignar aleatoriamente. Investigadores difieren en cuál de dos aproximaciones a experimentos verdaderos piensan será más fructífero. Por un lado, están aquellos que dicen que el enfoque debería estar en determinar si las características particulares (moderadores) están

asociadas con diferencias en las tendencias relacionadas con la edad en diversas variables cognitivas. Por otro lado, hay investigadores que dicen que la mayoría será aprendida al intentar alterar el nivel actual de rendimiento de las personas en algún tipo de intervención. Usando este enfoque, esperan identificar manipulaciones que influyen en la relación entre la edad y el nivel de actuación.

El efecto de la práctica es una variable a tener en cuenta. Las comparaciones transversales realizadas por Salthouse (2009) han revelado consistentemente que el aumento de la edad se asocia con niveles más bajos de rendimiento cognitivo, incluso en el rango de 18 a 60 años de edad. Sin embargo, la validez de las comparaciones transversales del funcionamiento cognitivo en adultos jóvenes y de mediana edad ha sido cuestionada debido a las tendencias de edad discrepantes encontradas en los análisis longitudinales y transversales. Los resultados del proyecto sugieren que un factor importante que contribuye a la discrepancia es el enmascaramiento de las disminuciones relacionadas con la edad en las comparaciones longitudinales por los grandes efectos positivos asociados con la experiencia previa de la prueba (efecto de la práctica). Los resultados de tres métodos de estimación de los efectos de reprobación en este proyecto, junto con los resultados de estudios que comparan animales no humanos criados en entornos constantes y de estudios que examinan variables neurobiológicas no susceptibles de reprobación, convergen en la conclusión de que algunos aspectos cognitivos relacionados con la edad el declive comienza en adultos educados sanos cuando tienen entre 20 y 30 años.

Por otro lado, los resultados pueden estar siendo influidos por el efecto Flynn. Debido a las diferencias de cohorte, los estudios transversales muestran diferencias interpersonales mucho mayores que los estudios longitudinales. Normalmente los estudios transversales muestran unos picos de actuación más altos en la década de los 50 y 60 años para la mayoría de las dimensiones de la inteligencia. Los resultados experimentales de estudios longitudinales (Schaie, 1996) han mostrado que las cohortes más jóvenes muestran mejores resultados que cohortes más antiguas a su misma edad (efecto Flynn). Esto puede explicarse mediante las mejoras educativas efectuadas a lo largo de los años, la nutrición durante su desarrollo vital (que también se ha visto mejorada) o incluso las enfermedades que hayan podido sufrir a lo largo de su infancia (Shcock et al. 1984, como se citó en Schaie, 1996). Las descripciones precisas que se hacen de los cambios intelectuales de las cohortes muestran cómo son los cambios de la

inteligencia a lo largo del tiempo en una sociedad. Estos datos llevan a entender como las diferencias entre las cohortes puede llevar a conclusiones erróneas en los estudios transversales comparativos.

A modo de conclusión, se puede decir que existe una reducción de habilidades cognitivas como la velocidad de procesamiento, las funciones ejecutivas y la memoria episódica, mientras que se conservan las habilidades verbales y el conocimiento del mundo de manera intacta. (Fjell et al. 2013). Además, se producen cambios en la cognición caracterizados por un declinamiento en la inteligencia fluida, velocidad de procesamiento, memoria y habilidad espacial. (Whalley et al. 2004). La afectación en la memoria semántica se produce más tarde en la vida. La memoria implícita parece no sufrir cambios con la edad. Esto se debe a que la memoria episódica y las funciones ejecutivas están más relacionadas con la corteza prefrontal, que es más sensible al envejecimiento. (Simen et al. 2011).

3. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO COGNITIVO

Las investigaciones de diferencias individuales sugieren que la mayoría de las personas han disminuido en algún aspecto del funcionamiento intelectual desde su propio pico de la mediana edad a medida que se alcanzan los años 60. Pero los patrones específicos de declinación pueden depender de patrones complejos de experiencia de vida individual (Schaie, 2004). Por ello, es necesario comentar los múltiples factores que determinan el proceso de envejecimiento.

- Enfermedades:

El padecimiento de enfermedades influye en el envejecimiento cognitivo. La presencia o ausencia de **enfermedades cardiovasculares** ha sido estudiada por varios autores además de en el SLS (Palmore et al. 1985). Se ha encontrado que la enfermedad cardiovascular correlaciona con declives en la inteligencia a más pronta edad. Existen otras enfermedades crónicas que afectan al desempeño en pruebas de funcionamiento intelectual como artritis, osteoporosis, tumores o pérdidas sensoriales. **El 90 % de las diferencias interindividuales en personas muy ancianas se debían a déficits visuales o de audición** (Baltes & Lindenberger, 1994). El SLS muestra que las personas con artritis muestran mayores declives en significado verbal, razonamiento inductivo y orientación

espacial. Cuando hay neoplasmas (tumores) benignos, se puede ver que el declive comienza antes, pero hay menor declive general. Si el neoplasma es maligno, el desempeño en tareas de inteligencia es peor en general. Personas con **osteoporosis** parecen mostrar un declive más prontamente en significado verbal. Schaie (2000), encontró que las personas que trabajan a alto los niveles cognitivos también son más propensos a buscar antes la intervención médica competente en las condiciones de poca salud en la adultez avanzada, y es más probable que cumplan de manera más efectiva con regímenes preventivos y de mejora. También son menos propensos a participar en estilos de vida de alto riesgo y responder más rápidamente al asesoramiento profesional que maximiza sus posibilidades de supervivencia y reduce la morbilidad.

- Sexo:

El **sexo** también es un factor que influye en la forma en la que se envejece. Como señalaron Hatta et al. (2015), los hombres, entre los 50 y 60 años, sufren un marcado deterioro en el desempeño de tareas espaciales y, entre los 60 y los 70 años, el deterioro es mayor en sus habilidades verbales. Las mujeres mostraron una declinación gradual de sus habilidades verbales sin mostrar una edad que marcara el pico de inflexión. Su deterioro en el funcionamiento de tareas espaciales es notable a los 60 años. Previamente, Caskie et al (1999), habían trabajado sobre las diferencias entre sexos. Encontraron que las mujeres tenían mayor capacidad verbal y razonamiento que los hombres, a una edad de 67 años, sin embargo los hombres mostraban mayor capacidad espacial. Lou & Waite (2005) encontraron que la educación universitaria parecía más importante para la salud posterior de las mujeres, mientras que los ingresos parecían más importantes para la salud de los hombres.

- Nutrición:

La dieta es otro factor importante en el envejecimiento cognitivo, debido a que puede ayudar a reducir la probabilidad del deterioro cognitivo, o puede ayudar a reducir la probabilidad de aparición de enfermedades (estresores que influyen en ese deterioro). Han & Shibusawa (2015), encontraron que comer verduras era fuente de bienestar psicológico y menor probabilidad de deterioro cognitivo. Obtuvieron un hallazgo inesperado, pues la ingesta de verduras se relacionaba con un aumento de la probabilidad de padecer crónicas, aunque, los datos informan de una asociación directa entre consumo de verduras y longevidad. Las verduras ricas en carotenos son, en su

ingesta, un factor de protección para padecer diabetes tipo 2, hipertensión, obesidad, enfermedades coronarias y vasculares. Martínez-Lapiscina (2013), realizó un estudio sobre los beneficios de la dieta mediterránea, encontrando en ella un efecto protector para el estado cognitivo debido a que es muy rica en antioxidantes. Además previene enfermedades cardiovasculares debido a sus efectos antiinflamatorios.

- Actividad física:

Entre los factores que determinan el envejecimiento cognitivo, cabe destacar el deporte. Buchman et al. (2012), realizaron un estudio para predecir cómo el ejercicio físico diario influía en el deterioro cognitivo y concluyó que es un factor de protección para el deterioro cognitivo así como un reductor de la probabilidad de padecer Alzheimer. Tsai, Wang, Pan & Chen (2015) realizaron un estudio para ver cómo el ejercicio a largo plazo influía en el desempeño ejecutivo de hombres de avanzada edad. Los participantes en el no mostraron una disminución del rendimiento durante el período de intervención del estudio, lo que sugiere que estos efectos negativos del envejecimiento pueden atenuarse mediante la participación regular en el ejercicio de resistencia. Han & Shibusawa (2015), en el estudio citado con anterioridad, encontraron que el ejercicio físico aporta bienestar psicológico, baja el riesgo de padecer enfermedades crónicas y de padecer un ritmo cognitivo más lento, y, además, si se combina con actividades de ocio, es factor de prevención contra la depresión porque es motivante y aumenta el apoyo social.

- Factores socioeconómicos:

Schaie (2000), propuso que una considerable evidencia sugiere que el inicio de declive intelectual se pospone para las personas que viven en circunstancias ambientales favorables, como sería el caso para aquellas personas caracterizadas por un **alto nivel socioeconómico**. Estas circunstancias incluyen educación superior a la media, historias de ocupaciones que implican alta complejidad y baja rutina, y el mantenimiento de familias intactas. Con respecto al nivel socioeconómico, Luo & Waite (2005) encontraron que un nivel socioeconómico bajo se relaciona con una peor salud en la vida adulta, que se explica por ir ligado a una educación más deficiente que lleva a trabajos con ingresos más bajos. En esta línea, la investigación de Fisher et al. (2014), mostró en sus resultados que trabajar en una ocupación caracterizada por niveles más altos de demandas mentales se asoció con niveles más altos de funcionamiento

cognitivo antes de la jubilación y una tasa más lenta de deterioro cognitivo después de la jubilación.

- Apoyo social:

Rowe y Kahn (1987), hicieron un repaso sobre los factores que inciden en el proceso de envejecimiento. En esta revisión, destacaron los factores psicosociales del envejecimiento, dividiéndolos en dos dimensiones: **autonomía y el apoyo social**. Los resultados de las investigaciones sobre autonomía muestran una notable convergencia: la falta de control tiene efectos adversos en estados emocionales, rendimiento, bienestar subjetivo y en indicadores fisiológicos. Las personas mayores, encuentran reducciones en la autonomía y el control por una variedad de razones: impedimentos físicos, economía reducida capacidad como los salarios son reemplazados por estipendios de jubilación, cambios de hogar y otros (Holmes y Rahe, 1967, como se citó en Rowe y Kahn, 1987). Han & Shibusawa (2015), encontraron que las personas que recibían mayor apoyo social de amistades en lugar de familiares, tenían un peor desempeño en sus actividades de la vida diaria, demostrando que los miembros de la familia brindan apoyo emocional y bienestar físico que lleva a un mayor bienestar psicológico. Las familias intactas conforman el soporte individual más importante sistema, también reducen el riesgo de deterioro cognitivo. Además, se ha encontrado que el deterioro cognitivo es menos severo para aquellos que se han casado con un cónyuge con alto estado cognitivo (Gruber-Baldini, Schaie, y Willis, 1995, como se citó en Schaie, 2000).

- Compromiso social:

Además de la importancia del apoyo social, existen investigaciones que demuestran el peso del compromiso social. Ertel, Glymour & Berkman (2008) en su estudio proporcionaron evidencia de que la integración social retrasa la pérdida de memoria entre los estadounidenses mayores. Fratiglioni et al. (2004) encontró que un estilo de vida socialmente integrado en la tercera edad es un factor de protección contra el Alzheimer y otras demencias.

- Ambiente estimulante:

La plasticidad cognitiva es el potencial cognitivo latente del individuo bajo específicas condiciones contextuales; también, la podemos definir como la capacidad de adquirir habilidades cognitivas nuevas (Jones et al., 2006). Los estudios longitudinales

muestran la ventaja de la posibilidad de observar los efectos del **entrenamiento** para remediar los declives asociados a sus actuaciones en ciertas pruebas. Además, los estudios en entrenamientos permiten ver qué antecedentes predicen si el entrenamiento será exitoso o un fracaso (Willis, 1990). Se encuentran ganancias significativas gracias al entrenamiento a partir de los 60 años. Además de las ganancias en sujetos que no habían declinado, en los que ya habían empezado a hacerlo habían logrado mantenimiento. (Willis, Schaie 1988). Los hallazgos de los estudios de intervención cognitiva sugieren que el deterioro cognitivo en la vejez, para muchos adultos mayores, podría atribuirse al desuso en lugar de al deterioro de los sustratos fisiológicos o neurales del comportamiento cognitivo (Schaie, 2004). Yang, Krampe y Baltes (2006) realizaron un estudio transversal en el que encontraron que las mejoras debido al entrenamiento eran mayores en el grupo de personas de 80 y más años, antes que en otros grupos. Rebok et al. (2014) estudiaron la eficacia de la aplicación Brain HQ, donde realizaron un entrenamiento con personas mayores (65 años) de entre 10 y 14 semanas. Obtuvieron mejoras cognitivas y un estado funcional mejor conservado que el grupo control. Las mejoras se disipaban lentamente, perviviendo un mínimo de 5 años y 10 años para razonamiento y velocidad de procesamiento. Esta es la primera demostración de la transferencia a largo plazo de los efectos del entrenamiento sobre las capacidades cognitivas a la función diaria.

- Estereotipos:

Levy (2003) señala la importancia de los estereotipos que se tiene en una cultura sobre la vejez, porque seguramente se convertirán en autoestereotipos que afectarán a la forma de percibir el propio envejecimiento. Encontró que las personas con estereotipos negativos sobre la vejez tenían un peor rendimiento cognitivo. Moor et al. (2006) encontraron que aquellos con alto nivel de neuroticismo tienden a tener más autoestereotipos negativos del envejecimiento y afectan a la forma en la que el individuo percibe su propia salud. Finalmente, aquellos individuos que se califican como **satisfechos con sus logros** en la mediana edad parecen estar en ventaja cuando se evalúan en una edad avanzada. Además, las personas que sobreestiman la tasa de su deterioro cognitivo bien podrían estar involucrándose en un procedimiento de profecía autocumplida si reducen su participación activa en la vida (Schaie, 2000).

- Personalidad:

Schaie, Willis & Caskie (2004) encontraron que los rasgos de personalidad que se relacionaban con alto desempeño cognitivo son: alta adecuación a los problemas, bajo conservadurismo, baja dependencia del grupo y altas puntuaciones en apertura. En conjunto, los datos de Rowe y Kahn (1987) muestran resultados que refuerzan la sugerencia de la importancia del control para el bienestar de las personas mayores. Si la presencia de apoyo social en tiempos de estrés es propicia para el bienestar, es plausible que los eventos de interrupción del soporte deban tener efectos negativos. Dos de estos eventos de la vida son especialmente comunes entre personas mayores: duelo y reubicación, que involucran, respectivamente, la pérdida del cónyuge y la pérdida (o al menos la pérdida parcial) de amigos y vecinos. Brown (2010) encontró que las personas con un historial psiquiátrico tenían peor desempeño en tareas cognitivas y su degeneración cognitiva con la edad, era más rápido que en sujetos normales. Si la enfermedad psiquiátrica se arrastra desde la infancia, es mucho más determinante para esta aceleración del deterioro cognitivo. Hertzog et al. (2009) encontraron que la ansiedad crónica era un acelerador del deterioro cognitivo debido a los deterioros neuronales encontrados en el área límbica. Encontraron además, que, el rasgo de neuroticismo, muy asociado a afectos negativos, iba de la mano con una aceleración del deterioro cognitivo normal.

4. DISCUSIÓN

En este apartado, se procede a contestar la pregunta que da título a este trabajo: ¿es posible retrasar el envejecimiento cerebral?

Se ha podido ver, que, según el tipo de estudio empleado, el proceso de pérdida en la cognición puede variar desde la adultez temprana hasta la década de los 60. En este caso, el proceso de envejecimiento empieza antes con datos transversales.

Kirkwood (2005) centró su trabajo en mecanismos genéticos y no genéticos que determinan el envejecimiento, llegando a la conclusión de que se compone de un 25% genética y 75% ambiente. Existe un envejecimiento cognitivo que está ligado al deterioro biológico normal que se producen en las células del cuerpo, y que, como ya se ha visto, afecta al cerebro de igual manera. Esos cambios, son inevitables e inherentes al proceso de envejecer y conllevan el deterioro de la inteligencia y sus funciones.

Además, en el proceso de envejecimiento cognitivo intervienen varios polimorfismos genéticos, deposiciones de proteínas y procesos de degeneración neuronal normales que escapan al control del sujeto. Como ya se ha comentado con anterioridad, estos cambios producen solamente el 25%, pues el 75% restante es ambiental, por lo que, si se puede retrasar el envejecimiento, es en lo ambiental dónde se debe actuar. No existe acuerdo sobre cuál es el área más sensible al envejecimiento. Tampoco es concluyente el papel de la deposición de la proteína beta-amiloide en el proceso de envejecimiento cerebral, aunque los datos parecen indicar que juega un papel crucial entre la barrera del envejecimiento patológico y normal. Los resultados en investigaciones sobre la relación entre desempeño cognitivo e inflamación cerebral tampoco son generalizables, pues muestran resultados diferentes.

Visto de este modo, las tres cuartas partes del envejecimiento no dependen de los determinantes biológicos del individuo, si no de múltiples factores, pues se trata de un proceso complejo de interacción con el ambiente. Los factores a destacar que determinan cómo va a ser el proceso de envejecimiento de un individuo son muchos, pero, entre ellos, cabe destacar: el entrenamiento en plasticidad cognitiva, el apoyo social, el compromiso social, la complejidad del trabajo, el estatus socioeconómico, la dieta, las diferencias entre sexos, la personalidad, las concepciones sobre la vejez, el ejercicio físico y el padecimiento de enfermedades.

Por ello, se sabe que el proceso de envejecimiento es multicausal y provoca, debido a las trayectorias individuales, una gran heterogeneidad entre sus individuos. Estas variaciones en los distintos factores ambientales de los individuos es lo que hace que sus procesos de envejecimientos sean distintos. Metafóricamente, el envejecimiento es el viaje de un tren, y según los hábitos que se tengan en un determinado momento de la vida, así será la velocidad del tren.

Para concluir, y contestando a la pregunta que da nombre al trabajo, sí, es posible retrasar el proceso de envejecimiento cerebral en cuanto al desempeño cognitivo, debido a que el envejecimiento cognitivo depende del ambiente. Si un individuo posee un entorno favorable y realiza hábitos saludables, es posible que su rendimiento cognitivo se mantenga sin declives durante más tiempo, o que su degeneración sea más lenta. No se puede negar que hay un porcentaje menor que se encuentra en manos de la biología, y que, por tanto, un individuo no puede trabajar. Los

individuos no son sujetos pasivos a merced de su genética, si no que pueden tomar parte de su proceso de envejecimiento y desarrollo en los límites socioculturales que les permite su entorno.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alley, D.; Crimmins, E.; Karlamangla, A.; Hu, P. & Seeman, T. (2008). Inflammation and rate of cognitive change in high-functioning older adults. *The journals of gerontology*, 63(1). 50-55.
- Baltes, P. (1987). Theoretical Propositions of Life-Span Developmental Psychology: On the Dynamics Between Growth and Decline. *Developmental psychology*, 23 (5). 611-626.
- Brown, M. T. (2010). Early-life characteristics, psychiatric history, and cognition trajectories in later life. *The Gerontologist*, 50(5), 646-656.
- Buchman, A. S., Boyle, P. A., Yu, L., Shah, R. C., Wilson, R. S., & Bennett, D. A. (2012). Total daily physical activity and the risk of AD and cognitive decline in older adults. *Neurology*, 78(17), 1323-1329.
- Caskie, G. I., Schaie, K. W., & Willis, S. L. (1999). Individual differences in the rate of change in cognitive abilities during adulthood. In *Gerontological Society of America Conference*.
- Cronbach, L. J. (1957). The two disciplines of scientific psychology. *American psychologist*, 12(11), 671.
- Ertel, K. A., Glymour, M. M., & Berkman, L. F. (2008). Effects of social integration on preserving memory function in a nationally representative US elderly population. *American journal of public health*, 98(7), 1215-1220.
- Escobar, A. (2001). Envejecimiento cerebral normal. *Revista mexicana de neurociencias*, 2(4), 197-202.
- Fisher, G. G., Stachowski, A., Infurna, F. J., Faul, J. D., Grosch, J., & Tetrick, L. E. (2014). Mental work demands, retirement, and longitudinal trajectories of cognitive functioning. *Journal of occupational health psychology*, 19(2), 231.
- Fjell, K., McEvoy, L., Holland, D., Dale, A. & Walhovd, K., (2013). What is normal in normal aging? *Progress in neurobiology*, 12, 122-130.

- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S., & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *The Lancet Neurology*, *3*(6), 343-353.
- Greenwood, P., Sundararajan, R., Lin, M., Kumar, R., Fryxell, R. & Parasuarman, R. (2009). Both a nicotine single nucleotide polymorphism and noradrenergic SNP modulate working memory performance when attention is manipulated. *Journal of cognitive neuroscience*, *21*(10), 2139-2153.
- Gunning-Dixon, F. M., Head, D., McQuain, J., Acker, J. D., & Raz, N. (1998). Differential aging of the human striatum: a prospective MR imaging study. *American Journal of Neuroradiology*, *19*(8), 1501-1507.
- Han, W. J., & Shibusawa, T. (2015). Trajectory of physical health, cognitive status, and psychological well-being among Chinese elderly. *Archives of gerontology and geriatrics*, *60*(1), 168-177.
- Hanninen, T., Hallikainen, M., Koivisto, K., Partanen, K., Laakso, M. P., Riekkinen, P. J., & Soininen, H. (1997). Decline of frontal lobe functions in subjects with age-associated memory impairment. *Neurology*, *48*(1), 148-153. 1. *Archives of general psychiatry*, *55*(10), 905-912.
- Hatta, T., Iwahara, A., Hatta, T., Ito, E., Hatta, J., Hotta, C., ... & Hamajima, N. (2015). Developmental trajectories of verbal and visuospatial abilities in healthy older adults: comparison of the hemisphere asymmetry reduction in older adults model and the right hemi-ageing model. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, *20*(1), 69-81.
- Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2008). Enrichment effects on adult cognitive development: can the functional capacity of older adults be preserved and enhanced?. *Psychological science in the public interest*, *9*(1), 1-65.
- Horn, J. & Cattell, R. (1967). Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta psychologica*. *26* (2), 107-129.

- Jones, H. E., & Conrad, H. S. (1933). The growth and decline of intelligence: a study of a homogeneous group between the ages of ten and sixty. *Genetic Psychology Monographs*, 13, 223-298.
- Kachiwala, S., Harris, S., Wright, E., Hayward, C., Starr, J., Wahlley, L. & Deary, J. (2005). Genetic influences on oxidative stress and their association with normal cognitive aging. *Neuroscience letters*, 21(11), 116-120.
- Kirkwood, T. B. (2005). Understanding the odd science of aging. *Cell*, 120(4), 437-447.
- Levy, B. R. (2003). Mind matters: Cognitive and physical effects of aging self-stereotypes. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 58(4), P203-P211.
- Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1997). Intellectual functioning in old and very old age: cross-sectional results from the Berlin Aging Study. *Psychology and aging*, 12(3), 410.
- Lichtenberger, E. & Kaufman, A. (2009). *Essentials of WAIS IV*. John Willey & Sons Inc. Hoboken, New Jersey. USA.
- Luo, Y., & Waite, L. J. (2005). The impact of childhood and adult SES on physical, mental, and cognitive well-being in later life. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(2), S93-S101.
- Martínez-Lapiscina, E. H., Clavero, P., Toledo, E., Estruch, R., Salas-Salvadó, J., San Julián, B., ... & Martínez-González, M. Á. (2013). Mediterranean diet improves cognition: the PREDIMED-NAVARRA randomised trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 84(12), 1318-1325.
- Millard, P.; Seshardi, S.; Beiser, A.; Himali, J.; Au, R.; Fletcher, E.; Carmichael, D.; Wolf, P. & DeCarli, C. (2012). Variation in longitudinal trajectories of regional brain volumes of healthy men and women (ages 10 to 85 years) measured with atlas-based parcellation of MRI. *The lancet neurology*. 11. 1139-1146.
- Olshansky, J., Hayflick, L. & Carnes, B. (2002). No truth to the fountain of youth. *Scientific American*.

- Payton, A. (2009). The impact of genetic research on our understanding of normal cognitive ageing: 1995 to 2009. *Neuropsychology Review*, *19*, 451-477.
- Pfefferbaun, A.; Rohlfing, T.; Rosenbloom, M.; Chu, W.; Corlain, I. & Sullivan, E. (2013). Variation in longitudinal trajectories of regional brain volumes of healthy men and women (ages 10 to 85 years) measured with atlas-based parcellation of MRI. *Neuroimage*, *65*, 176-193.
- Pfefferbaum, A., Sullivan, E. V., Rosenbloom, M. J., Mathalon, D. H., & Lim, K. O. (1998). A controlled study of cortical gray matter and ventricular changes in alcoholic men over a 5-year interval.
- Raz, N.; Gunning-Dixon, N., Head, D.; Rodrigue, K.; Williamson, A. & Acker, J. (2004). Aging, sexual dimorphism, and hemispheric asymetry of the cerebral cortex: replicability of regional differences in volume. *Neurobiology of aging*, *25*, 377-396.
- Raz, N., Ghiseta, P., Rodriguez, K., Kennedy, K. & Lindenberger, U. (2009). Trajectories of brain aging in middle aged and older adults: Regional and individual differences. *Neuroimage*, *51*, 501-511.
- Raz, N., Gunning, F. M., Head, D., Dupuis, J. H., McQuain, J., Briggs, S. D. & Acker, J. D. (1997). Selective aging of the human cerebral cortex observed in vivo: differential vulnerability of the prefrontal gray matter. *Cerebral cortex (New York, NY: 1991)*, *7*(3), 268-2.
- Rebok, G. W., Ball, K., Guey, L. T., Jones, R. N., Kim, H. Y., King, J. W., ... & Willis, S. L. (2014). Ten-year effects of the ACTIVE cognitive training trial on cognition and everyday functioning in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *62*(1), 16.
- Rodrigue, K.; Kennedy, K. & Park, D. (2009). Beta-Amiloyd deposition and the brain aging. *Neuropsychology review*, *19*, 436-450.
- Rowe, J.; Kahn, R. (1987). Human aging: usual and successful. *American Association for the Advancement of Science*, *273*, 143-149.

- Salthouse, T. (1998). Independence of Age-Related influences on cognitive abilities across the life-span. *Developmental psychology*. 34 (5). 851-864.
- Salthouse, T. (2004). What and When of cognitive aging. *American psychological society*. 13(4). 140-144.
- Salthouse, T. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology aging*. 30(4). 507-514.
- Schaie, K. W. (Ed.). (1983). *Longitudinal studies of adult psychological development*. New York: Guilford press.
- Schaie, W. (2000). The impact of longitudinal studies on understanding development from young adulthood to old age. *International Journal of Behavioral*. 24 (3), 257–266.
- Schaie, W. (1996). *Intellectual development in adulthood*. *Handbook of the psychology of aging*. San Diego, U.S.A. (266-286).
- Schaie, W. (2004). *Steering Committee for the Workshop on Technology for Adaptive Aging*. Washington D.C., U.S.A. National academy Press.
- Schaie, W. (2005). What can we learn from longitudinal studies of adult development? *Research in human development*. 2(3). 133-158.
- Schaie, K. W., Willis, S. L., & Caskie, G. I. (2004). The Seattle longitudinal study: Relationship between personality and cognition. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 11(2-3), 304-324.
- Simen, A., Bordner, K., Martin, M., Moy, L. & Barry, L. (2011). Cognitive dysfunction with aging and the role of inflammation. *Therapeutic advances in Chronic Disease*, 2(3), 175-195.
- Sullivan, E. & Pfefferbaum, A. (2006) Diffusion tensor imaging and aging. *Neuroscience and behavioral reviews*, 30, 749-761.
- Tisseran, D. & Joles, J. (2003). On the involvement of prefrontal networks in cognitive ageing. *Cortex*. 39. 1107-1128.
- Thurstone, L.L. (1938). *Primary mental abilities*: University of Chicago Press: Chicago.

- Tsai, C. L., Wang, C. H., Pan, C. Y., & Chen, F. C. (2015). The effects of long-term resistance exercise on the relationship between neurocognitive performance and GH, IGF-1, and homocysteine levels in the elderly. *Frontiers in behavioral neuroscience, 9*, 23.
- Van Der Werf, Y. D., Tisserand, D. J., Visser, P. J., Hofman, P. A., Vuurman, E., Uylings, H. B., & Jolles, J. (2001). Thalamic volume predicts performance on tests of cognitive speed and decreases in healthy aging: A magnetic resonance imaging-based volumetric analysis. *Cognitive Brain Research, 11*(3), 37.
- Whalley, L., Deary, I., Appleton, C. & Starr, J. (2004). Cognitive reserve and the neurobiology of aging. *Ageing Research Reviews, 3*, 369-387.
- Willis, S. L., & Schaie, K. W. (1988). Gender differences in spatial ability in old age: Longitudinal and intervention findings. *Sex Roles, 18*(3-4), 189-203.
- Willis, S. L. (1990). 9 Current Issues in Cognitive Training Research. *Advances in Psychology, 72*, 263-280.
- Yang, L., Krampe, R. T., & Baltes, P. B. (2006). Basic forms of cognitive plasticity extended into the oldest-old: retest learning, age, and cognitive functioning. *Psychology and aging, 21*(2), 372.