

Revisión

Desarrollo y evolución de las funciones cognitivas

LETICIA FIORENTINI, SALVADOR M. GUINJOAN

LETICIA FIORENTINI
Doctora en Psicología.
Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y
Técnicas (CONICET);
Universidad de Buenos Aires
(UBA).
Ciudad de Buenos Aires,
R. Argentina.

SALVADOR M. GUINJOAN
Doctor en Medicina.
Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y
Técnicas (CONICET);
Universidad de Buenos Aires
(UBA).
Ciudad de Buenos Aires,
R. Argentina.

FECHA DE RECEPCIÓN: 21/08/2019
FECHA DE ACEPTACIÓN: 25/10/2019

CORRESPONDENCIA
Dra. Leticia Fiorentini.
Av. Regimiento de Patricios 132
C1265ADO.
Ciudad de Buenos Aires,
R. Argentina;
fiorentinil@hotmail.com

En el presente trabajo se tiene como propósito realizar una revisión de las funciones cognitivas más relevantes del ser humano y su evolución a lo largo del ciclo vital, desde el desarrollo hasta el envejecimiento. Se exponen las características esperables en el curso del envejecimiento saludable y se contraponen con las características que sugerirían alguna anomalía en este proceso. En esta revisión se apunta a exponer someramente los hitos esperables del desarrollo y del envejecimiento. Asimismo, se delimitan algunos signos que, en tanto discrepan del curso esperable, sugieren la conveniencia de realizar una exploración neuropsicológica profunda. Finalmente se discute la contribución de estas consideraciones en el ámbito asistencial de los adultos mayores.

Palabras clave: Cognición – Etapas madurativas – Envejecimiento – Neuropsicología.

Development and Evolution of Cognitive Functions

The purpose of this paper is to review the most relevant cognitive functions of the human being and their evolution throughout the life cycle, from development to aging. The expected characteristics in the course of healthy aging are exposed and contrasted with those that would suggest some anomaly in this process. In this sense, this review aims to briefly expose the expected milestones of development and aging. Likewise, some signs that do not follow the expected course and suggest the convenience of conducting a comprehensive neuropsychological assessment are delimited. Finally, it is discussed the contribution of these considerations in the care setting of older adults.

Keywords: Cognition – Maturation Stages – Aging – Neuropsychology.

Introducción

El desarrollo de las funciones cognitivas presenta particularidades que deben ser consideradas en el ámbito asistencial de la salud. La mayoría de los estudios se enfocan en momentos evolutivos concretos o aspectos específicos de la cognición. Con este trabajo se tiene como propósito realizar una revisión acerca de las funciones cognitivas más salientes y su evolución a lo largo del ciclo vital del ser humano. Se propone definir someramente las funciones consideradas y exponer las características esperables en el curso del desarrollo hasta el envejecimiento, señalar algunas pautas asociadas al envejecimiento saludable y contraponer las características que sugerirían alguna anomalía en este proceso.

El desarrollo madurativo del cerebro es un proceso organizado, predeterminado y dinámico que se extiende en los seres humanos desde la gestación hasta la adolescencia. Los procesos madurativos del sistema nervioso central son de dos tipos: progresivos y regresivos. Dentro de los primeros están la proliferación celular, la arborización dendrítica y la mielinización. Los fenómenos regresivos se refieren principalmente a la apoptosis y la poda neuronal.

El cerebro crece rápidamente durante los dos primeros años de vida, alcanzando el 80% del peso promedio de un cerebro humano adulto y luego este crecimiento se desacelera, alcanzando el 90% del peso de un sujeto adulto alrededor del sexto año de vida [9]. Sin embargo, algunos procesos madurativos continúan hasta la edad adulta. Respecto al desarrollo de la sustancia gris, los estudios han mostrado que los cambios en el volumen de la sustancia gris cortical no son lineales y resultan específicos para las distintas regiones. El patrón de maduración de la sustancia gris presenta la forma de una U invertida, en este sentido, el volumen de materia gris aumenta durante la infancia y la edad preadolescente, con un máximo que ocurre alrededor de los 10 a 12 años de edad en el lóbulo parietal, de 11 a 12 años de edad en el lóbulo frontal y de 16 a 17 años de edad en el lóbulo temporal, seguido de una declinación en la post-adolescencia [34].

Los procesos de mielinización se desarrollan en las distintas regiones de la corteza en eta-

pas diferentes. Las áreas primarias sensoriales y motrices inician su proceso de mielinización antes que las áreas de asociación frontales y parietales; estas últimas solamente alcanzan un desarrollo completo hacia los 15 años [32]. En la corteza prefrontal este proceso no se completa sino hasta la tercera década de vida [50]. Este proceso de mielinización resulta paralelo al desarrollo de los procesos cognitivos.

La poda sináptica resulta necesaria para eliminar las conexiones no funcionales durante el desarrollo. Ha sido reportada hace muchos años ya que el proceso de poda es continuo desde los cinco hasta los 16 años en la capa III de la corteza prefrontal [25].

La maduración del cerebro y de todo el sistema nervioso acompaña el desarrollo neurocognitivo. Las habilidades cognitivas son propiedades funcionales del individuo que no se observan directamente, sino que se infieren del comportamiento. En los párrafos subsiguientes se detallará la evolución de las habilidades cognitivas centrales durante el desarrollo y, posteriormente el devenir durante el envejecimiento normal.

La atención

La atención es un proceso cognitivo básico pero complejo que tiene múltiples subprocesos especializados para diferentes aspectos del procesamiento atencional. Está involucrada en la mayoría de los procesos cognitivos y esto da a la atención un lugar especial para la adquisición de otras habilidades [16]. Los procesos madurativos poseen en el sistema atencional patrones evolutivos complejos, dado que algunos aspectos exhiben cambios marcados mientras que otros muestran estabilidad a lo largo del desarrollo.

El modelo atencional de Posner y Petersen [42] incluye una red de alerta, que se centra en los sistemas de activación del tallo cerebral, junto con los sistemas del hemisferio derecho relacionados con la vigilancia sostenida; una red de orientación formada por áreas subcorticales, parietales y occipitales de la corteza cerebral y una red ejecutiva que incluye a la corteza cingulada frontal y zonas corticales frontales [41].

Ya durante el embarazo, el feto responde a estímulos auditivos. Esto sugiere que el desarrollo de la atención en la modalidad auditiva tiene lugar antes que en la modalidad visual. El recién nacido muestra que la capacidad de alerta, estando despierto, fluctúa durante las dos primeras semanas, entre un 11 y un 19% del tiempo [9]. A su vez, la capacidad para seleccionar información ya está en marcha, aunque de manera muy rudimentaria [31]. Progresivamente el bebé comienza a estar más tiempo despierto y entre los 2 y los 3 meses mira a su alrededor y poniendo en práctica los circuitos visuales [45]. Durante el sexto mes, se considera que el circuito de orientación comienza a ser funcional [7]. La red ejecutiva es la que más tarda en madurar. Tanto los datos funcionales conductuales como los de estado de reposo, sugieren que un desarrollo sustancial de esta red ejecutiva se suscita entre la infancia y la niñez. Sin embargo, un estudio de detección de errores en bebés de siete meses y adultos muestra que en ambas edades se encuentra activa la vía de la corteza cingulada anterior [3], pero el enlentecimiento típico de los tiempos de reacción después de la comisión de errores, que da cuenta que el niño detecta los errores aunque no logre inhibirlos, no parece estar presente hasta aproximadamente los tres años de edad [28]. Específicamente, los aspectos relacionados con la selectividad y la velocidad de procesamiento de la información se vuelven más eficientes durante la niñez y la adolescencia. La habilidad para elegir los estímulos relevantes para una tarea y evitar la distracción por estímulos irrelevantes, mejora paulatinamente con la edad de los niños. La capacidad de cambiar el foco de atención de un estímulo a otro, o de dividir la atención y responder simultáneamente a tareas múltiples también aumenta durante la niñez y la adolescencia [5].

El lenguaje

Luria define al lenguaje como un sistema de códigos con la ayuda de los cuales se designan los objetos del mundo exterior, sus acciones, cualidades y relaciones entre los mismos [36]. Es un medio de comunicación a través de un sistema de símbolos que le permitirá al niño relacionarse con sus semejantes y exponer sus deseos y necesidades de forma más precisa. Las teorías sobre el des-

arrollo del lenguaje han abierto debate sobre la importancia de los factores externos y los internos en este proceso.

En el desarrollo del lenguaje se proponen dos etapas; la primera llamada pre-lingüística, en la que se modelan los mecanismos que permitirán la emergencia del lenguaje y la segunda, la etapa lingüística en la que emergen las primeras características del lenguaje adulto. La etapa pre-lingüística abarca desde el nacimiento hasta los 18 o 24 meses. Durante esta etapa emergen, tanto el balbuceo primario indiferenciado (1-6 meses), caracterizado por la carencia de intencionalidad, que el adulto atribuye, como el balbuceo imitativo o canónico (7-12 meses), que inicia los propósitos comunicativos. En esta instancia ya existe intención real, aunque carezca de recursos verbales. En esta etapa lingüística, que va desde los 2 a los 5-7 años aproximadamente, el niño adquiere en su totalidad el lenguaje. Caracteriza a la etapa lingüística la intención clara expresada con recursos verbales. Evolutivamente emergen las primeras palabras y holofrases (segundo año) que ya cuentan con valor lingüístico. Luego la primera expansión morfosintáctica (tercer año), en las que las construcciones sintácticas constan de sujeto-predicado, nombre-adjetivo, verbo (con sujeto implícito)-complemento directo, vocativo-nombre o verbo. Los niños conforman un vocabulario de hasta 1.000 términos. La segunda expansión morfosintáctica emerge entre el cuarto y quinto año de vida. En esta instancia se completa la adquisición de todos los componentes gramaticales del lenguaje y se enriquece el léxico. Todo este desarrollo deja favorecida la introducción a la lecto-escritura a los 6 años. En este momento del desarrollo el componente fonológico expresivo es ya similar al del adulto.

Cabe señalar que las habilidades verbales se enriquecen a lo largo del proceso de educación formal e informal y, con el transcurso de los años, según la experiencia cultural en cada caso, los sujetos podrán ir incrementando progresivamente el volumen de su léxico.

La memoria

La memoria constituye una habilidad muy amplia que abarca diversos tipos de aprendizajes. La categorización más amplia, basada

en los tiempos de permanencia de la información en los almacenes mnésicos, divide entre un sistema de memoria de corto plazo y otro de largo plazo. El sistema de memoria para recordar a corto plazo generalmente se llama «memoria de trabajo». La memoria de trabajo es un '*espacio de trabajo*' de capacidad limitada que mantiene la información temporalmente mientras se procesa para su uso en otras tareas cognitivas, como razonamiento, comprensión y aprendizaje [2]. En sí mismo, resulta un concepto complejo que se superpone a la atención ejecutiva y a las funciones ejecutivas. Sus bases anatómicas subyacen en los lóbulos prefrontales. La capacidad de la memoria de trabajo aumenta a medida que los niños crecen y tiende a la meseta durante la adolescencia. En una revisión extensa, Dempster [10] reportó que el *span* de memoria de trabajo de un niño de dos años ronda los dos *chuncks* o ítems de información, a los cinco años de edad, alcanzan a manipular cuatro *chuncks*, a los siete años ronda los cinco ítems y a los nueve años de edad puede manipular alrededor de seis ítems. El promedio en la edad adulta es de siete *chuncks* de información. Estudios longitudinales demuestran un incremento continuo desde los cuatro hasta los 18 años, en que este incremento se detiene [48].

Respecto a la memoria de largo plazo, una categorización clásica separa los almacenes en dos tipos: la memoria de procedimientos (procedural) y la memoria declarativa [17]. La primera se refiere al conocimiento de habilidades y procedimientos, como, por ejemplo, conducir un auto, tocar un instrumento o leer. Estas actividades altamente calificadas se adquieren más lentamente que los recuerdos episódicos a través de una práctica extensa. Una vez adquiridos, los recuerdos procedimentales se expresan de forma bastante automática en cuanto a su rendimiento y no son susceptibles de descripción. Por el contrario, la memoria declarativa es aquella sobre la cual podemos dar cuenta verbalmente. Esta última, según Tulving [54] comprende dos grandes sistemas: la memoria episódica y la semántica. La memoria episódica se refiere a la memoria para eventos experimentados personalmente que ocurrieron en un lugar en particular y en un momento particular. Este tipo de memoria le permite

a uno pensar a través del tiempo subjetivo y generalmente evoca una respuesta de «recuerdo» [54]. La memoria episódica puede ser claramente humana; es la forma de memoria más avanzada y es ontogenéticamente la última en desarrollarse. La memoria semántica se refiere al almacén de conocimientos generales sobre el mundo, incluida información fáctica como, por ejemplo «Mahatma Gandhi fue un luchador pacifista que logró la independencia de su país», así como también el conocimiento del significado de las palabras y los conceptos.

Los estudios de la memoria procedural en la infancia sugieren un desarrollo evolutivo temprano. Para abordar el aprendizaje y la retención se utilizan paradigmas basados en el condicionamiento y en la imitación. Se infiere que, bajo esta modalidad de condicionamiento operante, los bebés de dos a seis meses de edad ya presentan capacidad de aprendizaje. A su vez, a través del modelado de conjuntos de acciones simples, se ha podido inferir también que los bebés presentan capacidad de memoria tras repetir secuencias de acción modeladas por mecanismos basados en la imitación diferida [49]. El alcance temporal de la memoria resulta limitado en los primeros seis meses de vida, los bebés de seis meses pueden recordar eventos simples después de 24 horas y los bebés de nueve a 12 meses de edad alcanzan a recordar secuencias de múltiples pasos hasta períodos de cuatro a seis semanas.

La capacidad mnésica adquiere un desarrollo superlativo a partir del uso del lenguaje, como lo demuestran los estudios de memoria autobiográfica. Nelson [40] encontró que los niños de tres años de edad tienen conocimiento general temporalmente organizado de los eventos recurrentes, por ejemplo, un niño de esta edad puede evocar las secuencias en un restaurante: «se pide comida, se come y se paga». A su vez, ha sido demostrado que los niños pequeños pueden recordar eventos novedosos e inusuales por largos períodos de tiempo. Por ejemplo, niños de dos a tres años pudieron evocar algún evento acontecido seis meses antes del momento de la evaluación o más [14]. A su vez, ha sido reportado que mediante preguntas que revisan y reconstruyen los acontecimientos del día, se puede

ayudar a los niños a recordar experiencias del pasado y de este modo se ha comprobado que la cantidad de información correctamente recordada puede alcanzar a la que recuerdan niños mayores (esto subraya la diferencia que existe entre recuerdo orientado y recuerdo espontáneo) [24]. La memoria textual se desarrolla en la temprana infancia y la habilidad para aprender, almacenar y evocar información textual progresa linealmente para la mayoría de los niños hasta los seis años de edad, aproximadamente. Desde los seis a los 12 años se observa una particular mejoría en esta habilidad. Esta mejoría ha sido asociada a cambios en las capacidades básicas, adquisición de estrategias de memoria, incremento del conocimiento metacognitivo y al enriquecimiento del conocimiento en distintos dominios.

Las funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas (FE) consisten en aquellas capacidades que permiten a una persona desarrollar exitosamente un comportamiento independiente, intencional, auto-dirigido y autosuficiente [35]. Los procesos asociados a las FE son diversos e incluyen principalmente la capacidad de anticipación, la selección de metas, la planificación, la iniciación de la actividad, la autoregulación de la conducta, la flexibilidad mental, el control de la atención, el uso de la retroalimentación ambiental, la capacidad de inhibir la conducta automatizada y la capacidad de mantener información mentalmente mientras se opera con ella. Respecto al desarrollo de estas habilidades, muestran que es acelerado durante la niñez y adolescencia y, al igual que sucede con los sistemas cognitivos antes descritos, no es lineal, sino que atraviesa etapas o períodos de aceleración que se asociarían a los cambios tanto estructurales como funcionales del sistema nervioso central, más específicamente a los de la corteza pre-frontal [11].

Zelazo y Müller [58] señalan que, paralelamente a estos procesos considerados como «fríos» o cognoscitivos, emergen otras funciones «calientes», que involucran más valores afectivos y motivacionales, están asociadas con la corteza orbitofrontal y constituyen una parte muy importante del funcionamiento ejecutivo.

Cabe señalar que las FE son las operaciones cognitivas que más tardan en desarrollarse ontogenéticamente. Esto se debe a que las mismas se asientan en la corteza prefrontal y los lóbulos frontales continúan evolucionando hasta la tercera década de la vida, según lo indicado por el aumento de mielina y la pérdida de materia gris cortical que permite el establecimiento de una comunicación más eficiente entre diferentes áreas del cerebro [53].

El envejecimiento saludable

En el envejecimiento normal, las distintas funciones cognitivas sufren cambios a diferentes ritmos [47]. Sin embargo, una amplia variedad de factores contribuye al estado cognitivo en la edad avanzada, haciéndolo menos susceptible de sufrir deterioro. Esta idea ha dado lugar al concepto de *reserva cognitiva*, la cual se considera como un mecanismo activo basado en la aplicación de los recursos aprendidos asociados a una buena educación, profesión o inteligencia premórbida [51]. Entre estos factores protectores se han reportado, entre otros, el valor de la vida social activa y el bienestar emocional [57].

Cerebro y envejecimiento

Con el envejecimiento el cerebro, como todos los órganos, sufre ciertos cambios. El impacto de los mismos se asocia a un correlato funcional neuropsicológico que es preciso describir para diferenciarlo de las alteraciones patológicas que pudieran afectarlo. Las medidas del tamaño del cerebro registran escaso cambio desde los primeros años de la edad adulta hasta los 40 a 50 años de edad. El volumen del cerebro alcanza su máximo alrededor de los 20 años y luego disminuye muy gradualmente por varias décadas [39]. Sin embargo, desde hace varios años se conoce que esta involución no resulta proporcional en todas las estructuras, sino que algunas se ven más afectadas que otras. La atrofia cortical aparece aproximadamente a los 40 años, evidenciándose en surcos cada vez más anchos, giros estrechos y adelgazamiento de la corteza. El tamaño ventricular también sigue un patrón de cambio lento, caracterizado por el aumento de la dilatación a partir de los 45 años aproximadamente [30]. Los

estudios han mostrado cambios involutivos sutiles en varias regiones cerebrales específicas, particularmente los lóbulos frontales y temporales, el hipocampo y la región basilar-subcortical [43]. El tamaño del hipocampo aumenta a lo largo de la vida hasta aproximadamente los 60 años cuando comienza un descenso del volumen [27]. Estos cambios de la volumetría cerebral se explican por distintas alteraciones a nivel celular, como son la apoptosis, la reducción de la longitud dendrítica y la arborización y la disminución de las sinapsis neocorticales [12]. La pérdida de sustancia blanca también favorece la pérdida del volumen cerebral y a su vez, puede contribuir a déficits cognitivos sutiles, especialmente a una disminución de la velocidad de procesamiento de la información, declinación en el desempeño ejecutivo y mnésico [18]. Otros cambios reportados en el envejecimiento cerebral radican en la aparición de ovillos neurofibrilares y placas seniles [44].

Cognición y envejecimiento

Existe amplia evidencia de que las alteraciones en la estructura y la función del cerebro están íntimamente ligadas a las alteraciones en la función cognitiva [29]. La declinación cognitiva asociada con la edad comienza relativamente temprano en la edad adulta, pero no todos los aspectos del funcionamiento cognitivo exhiben esta disminución, ya que las tareas basadas en el conocimiento acumulado, como el rendimiento en pruebas de vocabulario o información general, muestran incrementos hasta al menos los 60 años de edad [28]. Las funciones más afectadas por la edad son la atención y la memoria, pero, como se detalló antes, estas funciones no son sistemas unitarios y los distintos aspectos de estas habilidades se comportan diferencialmente a lo largo de este proceso. Dado que cada habilidad sigue un patrón disímil, resulta necesaria una breve descripción de cada una de ellas.

Respecto a la atención, durante la adultez y el envejecimiento la amplitud del foco atencional tiende a permanecer conservado hasta los 80 años de edad, mientras que aquellos aspectos relacionados con la selectividad y la velocidad de procesamiento de la información se desaceleran o disminuyen

con la edad [13]. A su vez, los adultos mayores muestran impedimentos significativos en tareas atencionales que requieren dividir o cambiar de atención entre múltiples entradas o tareas. Por otro lado, son capaces de mantener la concentración durante un período prolongado de tiempo. Las tareas en las que los adultos mayores tienden a mostrar alteraciones son aquellas que requieren un control flexible de la atención, una función cognitiva asociada con los lóbulos frontales [15]. La memoria de trabajo, como ya se mencionó, se refiere a un sistema de capacidad limitada que implica la manipulación activa de la información. Esta habilidad constituye un constructo multidimensional el cual se ha hipotetizado que es la fuente fundamental de los déficits relacionados con la edad en una variedad de tareas cognitivas, incluida la memoria a largo plazo, el lenguaje, la resolución de problemas y la toma de decisiones. De hecho, la mayoría de las teorías del envejecimiento cognitivo parece implicar a la memoria de trabajo, aunque resultan controvertidas las teorías que explican el porqué de la declinación de esta habilidad. Salthouse [46], por su parte, ha sugerido que la velocidad de procesamiento constituye un recurso básico en esta función y que los déficits relacionados con la edad en la memoria de trabajo y otras tareas cognitivas pueden explicarse en términos de una ralentización general del procesamiento de la información.

Los procesamientos del habla y del lenguaje resultan habilidades resistentes al envejecimiento en condiciones normales, aunque la velocidad de procesamiento puede ser algo más lenta que en adultos jóvenes. A su vez, hay evidencia de que las habilidades del discurso son susceptibles de mejorar con la edad, en especial, debido a que, como se indicó antes, el vocabulario podría resultar más enriquecido.

Por otro lado, las áreas han mostrado mayor vulnerabilidad a la edad avanzada son la fluidez verbal y la capacidad de denominación por confrontación visual. Respecto a la fluidez verbal los hallazgos resultan controvertidos, ya que existen reportes que no hallan tal disminución [38], y otros más actuales que encuentran poca o moderada

merma en esta habilidad [52]. A su vez, se han encontrado discrepancias, ya sea que se trate de tareas de fluencia verbal semántica o fonológica. En este caso, ha sido reportado que sólo la fluencia semántica sufre detrimento con el envejecimiento [37]. Respecto a la capacidad de denominación por confrontación visual la mayoría de los reportes sugieren que el rendimiento puede mejorar o mantenerse estable hasta los 70 años y disminuir a partir de entonces. En este sentido algunos estudios muestran poca o leve declinación en las tareas de denominación por confrontación [23]. Sin embargo, una cantidad mayor de estudios reportan que los sujetos adultos mayores presentan mayores eventos de fallas en la evocación de palabras, a pesar de tener vocabularios más extensos que los adultos jóvenes, y esto se reproduce tanto en contextos de laboratorio como en contextos naturales [46].

Sin dudas, la memoria es el dominio cognitivo que ha recibido la mayor atención en el envejecimiento tanto normal como patológico. La queja por dificultades mnésicas resulta frecuente en los adultos mayores y un número importante de investigación ha sido enfocado en distinguir la declinación de la memoria atribuible al envejecimiento normal, de aquella que es indicativa del envejecimiento patológico, particularmente la enfermedad de Alzheimer. Normalmente, los adultos mayores no tienen impedimentos significativos en la memoria semántica. De hecho, su conocimiento del mundo puede incrementarse a lo largo de los años y de este modo superar al de las personas más jóvenes. Por su parte, la memoria episódica es la que resulta más vulnerable al envejecimiento. Los problemas de memoria episódica experimentados por adultos mayores radicarían principalmente en la eficiencia de adquirir nueva información, mientras que la retención en el tiempo se conserva relativamente bien [19].

En la fase de entrada los adultos mayores pueden codificar nueva información de manera menos significativa o con menos elaboración, de modo que las huellas de memoria sean menos distintivas y, por lo tanto, más difíciles de recuperar. A su vez,

otro aspecto de la memoria episódica que declina en la adultez ha sido relacionado con las dificultades en la recuperación de la información almacenada. Para explicar este fenómeno, se ha postulado que el proceso de recuperación de la información implica un componente de búsqueda estratégico auto-iniciado, asociado a las funciones ejecutivas, que se vuelve menos efectivo al aumentar la edad en la adultez, mientras que la fase de reconocimiento, al facilitarse los estímulos diana, se prescinde de este componente, lo que permite a los adultos mayores desempeñarse virtualmente tan bien como adultos más jóvenes en pruebas de reconocimiento [7, 26]. En el caso del reconocimiento de la información aprendida, los procesos cognitivos se apoyan sobre el juicio de familiaridad de los estímulos, el cual se realiza de modo más automático, sin el esfuerzo cognitivo que demanda la evocación libre [26]. Por ello, la etapa de reconocimiento de la memoria episódica se conserva relativamente bien en la edad avanzada [56].

Otros aspectos de la memoria, afectados con la edad se asientan en la memoria de la fuente, es decir, el contexto temporal o espacial en el cual fue adquirida esa información [33], en la memoria del orden temporal [4]. También hay autores que proponen que existe declinación de la memoria prospectiva, es decir, de los eventos futuros, asociada al envejecimiento, aunque esto resulta controvertido [22].

Respecto a la memoria procedural, en general no se ve afectada durante el envejecimiento. Los adultos mayores muestran una adquisición normal de habilidades procedurales tanto en los dominios motores como cognitivos y los mantienen a lo largo de la vida.

Resta abordar los cambios en las funciones ejecutivas asociados al envejecimiento. Como se mencionó antes, estas funciones se asientan principalmente en las estructuras orbitales o mediales de las regiones prefrontales del lóbulo frontal y, es precisamente en esta región donde se produce el deterioro cerebral más pronunciado durante la senectud [20]. Por lo tanto, los procesos cognitivos asociados al lóbulo frontal resultan

vulnerables al envejecimiento. Entre las distintas habilidades que se agrupan bajo este constructo, el razonamiento resulta de especial interés. Los estudios muestran que esta habilidad presenta un patrón distinto ya sea que se trate de materiales familiares o nuevos para la persona; mientras que, en el primer caso, esta capacidad se conserva bien con el envejecimiento [55], mientras que cuando se razona para resolver problemas poco familiares o estructuralmente complejos, o que requieren la discriminación entre elementos relevantes e irrelevantes, la persona mayor tiende a desempeñarse cada vez peor con la edad [21]. Esto reactualiza la antigua diferenciación entre la inteligencia cristalizada y la inteligencia fluida, siendo esta última vulnerable al envejecimiento. Así mismo, ha sido reportada una merma en la capacidad de generar ciertos conceptos abstractos [8], lo que significa que los adultos mayores piensan en términos más concretos que los sujetos más jóvenes, también disminuye la flexibilidad cognitiva [55]. A su vez, durante el envejecimiento se produce una disminución en la capacidad de inhibir interferencias. En este sentido, los adultos mayores presentan más dificultad para interrumpir un patrón de respuesta y adoptar una conducta flexible en pos de desestimar estímulos distractores [6]. Otro fenómeno que ha sido atribuido a la disminución del control inhibitorio consiste en la verbosidad que presentan los ancianos, asociada a una dificultad de inhibir la información irrelevante [1].

Cabe destacar que las consecuencias del paso del tiempo no resultan iguales para todas las personas. Si bien el rendimiento cognitivo tiende a disminuir durante el envejecimiento normal, existe una amplia variabilidad interindividual, que se asocia al grado de instrucción formal alcanzado, a los logros laborales, a la actuación social, a la actividad física y al estado de salud general del paciente. Por esto, en presencia de una queja subjetiva respecto a las dificultades cognitivas, en especial cuando las mismas se alejan del curso esperable, resulta recomendable una la evaluación neuropsicológica amplia que permita objetivar el desempeño de cada sujeto y contrastarlo con los valores de referencia poblacionales y con su propio nivel basal estimado. Este proceso es necesario para evitar confundir los cambios típicos del envejecimiento con aquellos que aparecen en los procesos neurodegenerativos o asociados a enfermedades sistémicas, dado que, en ocasiones los primeros síntomas pueden coincidir con los observados en el proceso de envejecimiento normal. Asimismo, conocer estos cambios facilita a los adultos mayores hacerse de aquellas estrategias o modos de compensación de las dificultades cognitivas para promover la mayor autonomía en las actividades instrumentales de la vida diaria, tales como el manejo de la medicación, del dinero o del uso de transporte. Atender a estos cambios cognitivos redundará no sólo en mayor bienestar emocional y calidad de vida del adulto mayor, sino también de todo su grupo cercano o familiar.

Referencias

1. Arbuckle TY, Gold DP. Aging, inhibition, and verbosity. *J Gerontol.* 1993; 48(5):225-232. PMID: 8366267 DOI: 10.1093/geronj/48.5.p225
2. Baddeley AD, Hitch G. Working memory. In: Bower GH, ed. *The Psychology of Learning and Motivation*. London: Academic Press; 1974. p. 47-90.
3. Berger A, Tzur G, Posner MI. Infant brains detect arithmetic errors. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2006; 103(33):12649-53. PMID: 16894149 DOI: 10.1073/pnas.0605350103
4. Blachstein H, Greenstein Y, Vakil E. Aging and temporal order memory: a comparison of direct and indirect measures. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2012; 34(1):107-12. PMID: 22098473 DOI: 10.1080/13803395.2011.625352
5. Burak JA, Enns JT, eds. *Attention, development and psychopathology*. New York: The Guilford Press; 1997.
6. Coxon JP, Van Impe A, Wenderoth N, Swinnen SP. Aging and Inhibitory Control of Action: Cortico-Subthalamic Connection Strength Predicts Stopping Performance. *J Neurosci.* 2012; 32(24):8401-12. PMID: 22699920 DOI: 10.1523/JNEUROSCI.6360-11.2012
7. Craik FIM, Jennings JM. *Human memory*. In:

- Craik FIM, Salthouse TA, eds. *The handbook of aging and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1992. p. 51-110.
8. Cronin-Golomb A. Abstract thought in aging and age-related neurological disease. In: Boller F, Grafman J, eds. *Handbook of neuropsychology*. Amsterdam: Elsevier; 1990. p. 279-309.
 9. Dekaban AS, Sadowsky D. Changes in brain weights during the span of human life: relation of brain weights to body heights and body weights. *Ann Neurol*. 1978; 4(4):345-56. DOI: 10.1002/ana.410040410
 10. Dempster FN. Memory span: Sources of individual and developmental differences. *Psychol Bull*. 1981; 89(1):63-100. DOI: 10.1037/0033-2909.89.1.63
 11. Diamond A. A model system for studying the role of dopamine in prefrontal cortex during early development in humans. In: Nelson CA, Luciana M, eds. *Handbook of developmental cognitive neuroscience*. Cambridge, US: MIT Press; 2001. p. 433-72.
 12. Dickstein DL, Kabaso D, Rocher AB, Luebke JI, Wearne SL, Hof PR. Changes in the structural complexity of the aged brain. *Aging Cell*. 2007; 6(3):275-84. PMID: 17465981 DOI: 10.1111/j.1474-9726.2007.00289.x
 13. Fernández-Duque D, Black SE. Attentional networks in normal aging and Alzheimer's disease. *Neuropsychology*. 2006; 20(2):133-43. PMID: 16594774 DOI: 10.1037/0894-4105.20.2.133
 14. Fivush R, Fromhoff FA. Style and structure in mother-child conversations about the past. *Discourse Processes*. 1988; 11(3), 337-55. DOI: 10.1080/01638538809544707
 15. Glisky EL. Changes in cognitive function and human aging. In: Riddle DR, ed. *Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2007. p. 3-20.
 16. Gomes H, Molholm S, Christodoulou C, Ritter W, Cowan N. The development of auditory attention in children. *Front Biosci*. 2000; 5:108-20. PMID: 10702373
 17. Graf P, Schacter DL. Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*. 1985; 1(3):501-18. PMID: 3160813 DOI: 10.1037//0278-7393.11.3.501
 18. Gunning-Dixon FM, Raz N. The cognitive correlates of white matter abnormalities in normal aging: A quantitative review. *Neuropsychology*. 2000; 14(2):224-32. PMID: 10791862 DOI: 10.1037//0894-4105.14.2.224
 19. Haaland KY, Price L, Larue A. What does the WMS-III tell us about memory changes with normal aging? *J Int Neuropsychol Soc*. 2003; 9(1):89-96. PMID: 12570362 DOI: 10.1017/s1355617703910101
 20. Harada CN, Love MCN, Triebel KL. Normal cognitive aging. *Clin Geriatr Med*. 2013; 29(4):737-52. PMID: 24094294 DOI: 10.1016/j.cger.2013.07.002
 21. Hartman M, Stratton-Salib BC. Age differences in concept formation. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2007; 29(2):198-214. PMID: 17365255 DOI: 10.1080/13803390600630294
 22. Henry JD, MacLeod MS, Phillips LH, Crawford JR. A meta-analytic review of prospective memory and aging. *Psychol Aging*. 2004; 19(1):27-39. PMID: 15065929 DOI: 10.1037/0882-7974.19.1.27
 23. Hickman SE., Howieson DB, Dame A, Sexton G, Kaye J. Longitudinal analysis of the effects of the aging process on neuropsychological test performance in the healthy young-old and oldest-old. *Dev Neuropsychol*. 2000; 17(3): 323-37. PMID: 11056847 DOI: 10.1207/S15326942DN1703_3
 24. Hudson JA. The emergence of autobiographic memory in mother-child conversation. In: Fivush R, Hudson JA, eds. *Knowing and remembering in young children*. New York: Cambridge University Press; 1990. p. 166-96.
 25. Huttenlocher PR. Synaptic density in human frontal cortex - developmental changes and effects of aging. *Brain Res*. 1979; 163(2):195-205. PMID: 427544 DOI: 10.1016/0006-8993(79)90349-4
 26. Jennings JM, Jacoby LL. An opposition procedure for detecting age-related deficits in recollection: Telling effects of repetition. *Psychol Aging*. 1997; 12(2):352-61. PMID: 9189995 DOI: 10.1037//0882-7974.12.2.352
 27. Jernigan TL, Gamst AC. Changes in volume with age— consistency and interpretation of observed effects. *Neurobiol Aging*. 2005; 26(9):1271-8. PMID: 16006011 DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2005.05.016
 28. Jones L, Rothbart MK, Posner MI. Development of executive attention in pre-school children. *Dev Sci*. 2003; 6(5):498-504. DOI: 10.1111/1467-7687.00307
 29. Juan SMA, Adlard PA. Ageing and Cognition. *Subcell Biochem*. 2019; 91:107-22. PMID: 30888651 DOI: 10.1007/978-981-13-3681-2_5

30. Kaye JA, DeCarli C, Luxenberg JS, Rapoport SI. The significance of age-related enlargement of the cerebral ventricles in healthy men and women measured by quantitative computed X-ray tomography. *J Am Geriatr Soc.* 1992; 40(3):225-31. PMID: 1538040 DOI: 10.1111/j.1532-5415.1992.tb02073.x
31. Kolb B, Whishaw IQ. *Fundamentals of human neuropsychology*. 4th ed. New York: W.H. Freeman and Company; 1996.
32. Kolb B. *Brain plasticity and Behavior*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1995.
33. Kuhlmann BG, Boywitt CD. Aging, source memory, and the experience of "remembering". *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn.* 2016; 23(4):477-98. PMID: 26653292 DOI: 10.1080/13825585.2015.1120270
34. Lenroot RK, Giedd JN. Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neurosci Biobehav Rev.* 2006; 30(6):718-29. PMID: 16887188 DOI: 10.1016/j.neubiorev.2006.06.001
35. Lezak MD, Howieson DB, Bigler ED, Tranel D. *Neuropsychological assessment*. 5th ed. New York: Oxford University Press; 2012.
36. Luria AR. *Introducción evolucionista a la psicología*. Barcelona: Fontanella; 1977.
37. Mathuranath PS, George A, Cherian PJ, Alexander A, Sarma SG, Sarma PS. Effects of age, education and gender on verbal fluency. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2003; 25(8):1057-64. PMID: 14566579 DOI: 10.1076/jcen.25.8.1057.16736
38. Mittenberg W, Seidenberg M, O'Leary DS, DiGiulio DV. Changes in cerebral functioning associated with normal aging. *J Clin Exp Neuropsychol.* 1989; 11(6):918-32. PMID: 2592531 DOI: 10.1080/01688638908400945
39. Mueller EA, Moore MM, Kerr DCR, Sexton G, Camicioli RM, Howieson DB et al. Brain volume preserved in healthy elderly through the eleventh decade. *Neurology.* 1998; 51(6):1555-62. PMID: 9855501 DOI: 10.1212/wnl.51.6.1555
40. Nelson K. The psychological and social origins of autobiographical memory. *Psychol Sci.* 1993; 4(1): 7-14. DOI: 10.1111/j.1467-9280.1993.tb00548.x
41. Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci.* 2012; 35:73-89. PMID: 22524787 DOI: 10.1146/annurev-neuro-062111-150525
42. Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain. *Annu Rev Neurosci.* 1990; 13:25-42. PMID: 2183676 DOI: 10.1146/annurev.ne.13.030190.000325
43. Raz N, Rodrigue KM. Differential aging of the brain: Patterns, cognitive correlates and modifiers. *Neurosci Biobehav Rev.* 2006; 30(6):730-48. PMID: 16919333 DOI: 10.1016/j.neubiorev.2006.07.001
44. Rodrigue KM, Kennedy KM, Park DC. Beta-amyloid deposition and the aging brain. *Neuropsychol Rev.* 2009; 19(4):436-50. PMID: 19908146 DOI: 10.1007/s11065-009-9118-x
45. Ruff HA, Rothbart MK. *Attention in early development: Themes and variations*. Oxford: Oxford University Press; 1996.
46. Salthouse TA. Processing capacity and its role on the relations between age and memory. In: Weinert FE, Schneider W, eds. *Memory Performance and Competencies: Issues in Growth and Development*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum; 1995. p. 111-25.
47. Salthouse TA. When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiol Aging.* 2009; 30(4):507-14. PMID: 19231028 DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2008.09.023
48. Schneider W, Knopf M, Sodian B. Verbal memory development from early childhood to early adulthood. In: Schneider W, Bullock E, eds. *Human development from early childhood to early adulthood: Findings from a 20-year longitudinal study*. New York, NY, US: Psychology Press; 2009. p. 63-90.
49. Schneider W, Ornstein PA. The Development of Children's Memory. *Child Dev Perspect.* 2015; 9(3): 190-95. DOI: 10.1111/cdep.12129
50. Sowell ER, Thompson PM, Tessner KD, Toga AW. Mapping continued brain growth and gray matter density reductions in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during post adolescent brain maturation. *J Neurosci.* 2001; 21(22):8819-29. PMID: 11698594 DOI: 10.1523/JNEUROSCI.21-22-08819.2001
51. Stern Y, Albert S, Tang M, Tsai W. Rate of memory decline in AD is related to education and occupation. Cognitive reserve? *Neurology.* 1999; 53(9):1942-7. PMID: 10599762 DOI: 10.1212/WNL.53.9.1942
52. Thapliyal G, Halder S, Mahato A. (2017). Memory, verbal fluency, and response inhibition in normal aging. *Journal of Geriatric Mental Health.* 2016; 3(2):145-9
53. Tsujimoto S. The prefrontal cortex: Functional neural development during early childhood. *Neuroscientist.* 2008; 14(4):345-58. PMID:

- 18467667 DOI: 10.1177/1073858408316002
54. Tulving E. Episodic memory: from mind to brain. *Annu Rev Psychol.* 2002; 53:1-25. PMID: 11752477 DOI: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135114
 55. Wecker NS, Kramer JH, Hallam BJ, Delis DC. Mental Flexibility: Age Effects on Switching. *Neuropsychology.* 2005; 19(3):345-352. PMID: 15910120 DOI: 10.1037/0894-4105.19.3.345
 56. Whiting WL, Smith AD. Differential age-related processing limitations in recall and recognition tasks. *Psychol Aging.* 1997; 12(2):216-224. PMID: 9189981 DOI: 10.1037//0882-7974.12.2.216
 57. Wilson RS, Hebert LE, Scherr PA, Barnes LL, Mendes de Leon CF, Evans DA. Educational attainment and cognitive decline in old age. *Neurology.* 2009; 72(5):460-5. PMID: 19188578 DOI: 10.1212/01.wnl.0000341782.71418.6c
 58. Zelazo PD, Müller U. Executive function in typical and atypical development. In: Goswami U, ed. *Handbook of childhood cognitive development.* Oxford: Blackwell; 2002. p. 445-469.