

# La preservación del procesamiento sintáctico en la vejez normal y su relación con la memoria procedimental y de trabajo\*

Syntactic processing preservation in normal old age and its relationship to procedural and working memory

Eugenia Rivieri\*\*

## RESUMEN

El funcionamiento del lenguaje no es monolítico a lo largo de la vida de los hablantes. Aunque existe consenso respecto de qué aspectos del procesamiento léxico varían en la vejez normal, la evidencia es divergente en relación al procesamiento sintáctico: este se deterioraría dada su vinculación con la memoria de trabajo (MT) o se preservaría dada su relación con la memoria procedimental (MP). En este marco, el objetivo de este estudio fue describir el procesamiento sintáctico de los adultos mayores normales y su relación con la MP y la MT. Para ello se diseñó un estudio experimental con participantes entre 65-75 años y jóvenes entre 20-30 años. Se aplicó un test de tiempo de reacción serial para medir la MP, la subprueba de dígitos inversos y de secuenciación de la Escala IV de Inteligencia de Wechsler para medir la MT, una tarea de *priming* estructural y una tarea de distancia lineal para medir el procesamiento sintáctico. Se realizaron seis análisis estadísticos inferenciales: una correlación entre MP y el *priming* estructural ( $r_s = .335$ ;  $p = .005$ ), y una correlación entre la MT y la distancia lineal ( $r_s = .135$ ;  $p = .154$ ). Luego, un análisis comparativo entre ambos grupos: en el rendimiento de la memoria procedimental ( $t = .360$ ;  $p = .721$ ), en la tarea de *priming* estructural ( $t = .360$ ;  $p = 0.721$ ) y en la tarea de distancia lineal ( $W = 531.0$ ;  $p = .051$ ), a partir del cual no se encontraron diferencias significativas. Solo se detectó un mayor rendimiento en el grupo de los

Keywords:  
procesamiento  
sintáctico,  
vejez normal,  
memoria de  
trabajo, memoria  
procedimental,  
psicolingüística.

\* Investigación financiada por Beca ANID Doctorado Nacional 2019, Folio N° 21190149.

\*\* Argentina. Doctora en Lingüística. Académica de la Universidad Andres Bello. Facultad de Educación y Ciencias Sociales. ORCID: 0000-0002-9636-4014, e.rivieri@uandresbello.edu.

jóvenes en la tarea de MT ( $U=608.500$ ;  $p=.004$ ;  $r=.399$ ). Se concluye que, con independencia de la edad de los sujetos, el procesamiento sintáctico se preservaría, dada su relación con la MP, y que la retención e integración de la información léxica dispuesta linealmente no es relevante para el procesamiento sintáctico y que este se asociaría a un fenómeno propio del procesamiento de jerarquías y dependencias estructurales.

## ABSTRACT

Language functioning is not monolithic across the life span of speakers. However, while there is consensus as to which aspects of lexical processing vary in normal old age, the evidence is divergent with respect to syntactic processing: this would deteriorate given its relation to working memory (WM) or be preserved given its relation to procedural memory (PM). In this context, the aim of this study was to describe the syntactic processing of normal older adults and its relationship with PM and MT. For this purpose, an experimental study was designed with participants aged 65-75 years and young people aged 20-30 years. A serial reaction time test was applied to measure PM reverse digit and sequencing subtest of the Wechsler Intelligence Scale IV to measure WM; a structural priming task and a linear distance task to measure syntactic processing. Six inferential statistical analyses were performed: a correlation between PM and structural priming ( $r_s=.335$ ;  $p=.005$ ) and a correlation between WM and linear distance ( $r_s=.135$ ;  $p=.154$ ). Then, a comparative analysis between both groups: in the procedural memory performance ( $t=.360$ ;  $p=.721$ ), in the structural priming task ( $t=.360$ ;  $p=.721$ ) and in the linear distance task ( $W=531.0$ ;  $p=.051$ ) no significant differences were found. Higher performance was only found in the young group in the WM task ( $U=608.500$ ;  $p=.004$ ;  $r=.399$ ). It is concluded that, regardless of the age of the subjects, syntactic processing would be preserved given its relation to PM and that the retention and integration of linearly disposed lexical information is not relevant for syntactic processing and that the latter would be associated with a phenomenon of hierarchical processing and structural dependencies.

Palabras clave:  
syntactic  
processing,  
normal old age,  
working memory,  
procedural  
memory,  
psycholinguistics.

## Introducción<sup>1</sup>

La evidencia sobre el efecto del envejecimiento normal en el desempeño del procesamiento sintáctico es amplia, sin embargo, la interpretación del fenómeno es divergente respecto a las relaciones con las capacidades de procesamiento y preservación de la información (Poullisse, Wheeldon y Segaeert, 2019; Biran, Gvion y Shmueli-Samuel, 2023). Por un lado, las personas mayores procesan las oraciones simples (Tyler et al., 2010; Rabaglia y Salthouse, 2011; Campbell et al., 2016) y la distancia lingüística (Liu y Wang, 2019; Gibson 1998, 2000), pero presentan dificultades para procesar las oraciones complejas respecto de la población joven (DeDe, Caplan, Kemtes y Waters, 2004; Waters y Caplan, 2005; Véliz de Vos, Riffo y Vásquez, 2009; Veliz, Riffo, Hernández, Sáez y Sáez, 2013).

Si bien estos efectos se han atribuido a la menor capacidad de la memoria de trabajo (MT) de los adultos mayores normales (Kemper, 1987; Kemper y Kemptes, 1999; Kemper, Ruth y Cindy, 2003), en la última década la evidencia ha demostrado que la variación —preservación y declive— en el desempeño del procesamiento sintáctico en esta etapa de la vida no necesariamente estaría asociada solo a la variación del funcionamiento de esta memoria (Burke y Shafto, 2004; Véliz de Vos et al., 2009, 2013; Leivada, Kambanaros y Grohmann, 2017; Warren, Rubin, Shune y Duff, 2018; Van Boxtel y Lawyer, 2021; Benítez-Burraco e Ivanova, 2023). De hecho, algunas investigaciones sostienen que el procesamiento sintáctico estaría asociado a la memoria procedimental (Liu y Wang, 2019; Hardy et al., 2017, 2019, 2020). Esto demuestra que tampoco existe consenso respecto de las bases neurocognitivas implicadas en este procesamiento. Más adelante, en este texto, profundizaremos en este concepto.

Una forma de aproximarse al estudio del funcionamiento del lenguaje, específicamente, el procesamiento sintáctico y su relación con la memoria de trabajo y/o la memoria procedimental, es subdividir el procesamiento en dos subprocesos diferentes pero complementarios: almacenamiento sintáctico y manipulación de la información sintácti-

---

1 Especial agradecimiento al Dr. Pedro Alfaro-Faccio, quien fue profesor guía de la tesis doctoral Procesamiento léxico y sintáctico, y los sistemas de memoria en adultos mayores saludables, cuyos resultados parciales se publican en este artículo.

ca. El primero está asociado al conocimiento implícito de reglas y patrones que permiten las combinaciones de elementos en estructuras complejas que tienen relaciones de precedencia (secuenciales) y de jerarquía (Hsu y Chen, 2013; Pozniak, Huang y Hemforth, 2017; Bauermann, 2014; Bulut, Cheng, Xu, Hung y Wu, 2018), y podría estar relacionado con la memoria procedimental (Hardy, Messenger y Maylor, 2017; Hardy, Segaert y Wheeldon, 2020; Liu y Wang, 2019). La segunda, refiere al subproceso cognitivo que permite a un sujeto en una tarea de comprensión mantener en el *buffer* de la memoria de trabajo información sintáctica que se encuentra dispuesta en orden lineal entre dos elementos relacionados sintácticamente. En otras palabras, este subproceso permite al comprendedor interrumpir el procesamiento que estaba realizando y mantener en la memoria los elementos intervinientes hasta alcanzar, por ejemplo, el verbo, y así poder establecer la dependencia sujeto-verbo. Este último proceso estaría relacionado con la memoria de trabajo (Gibson, 1998, 2000; Wasow, 2002; Yadav, Vaidya, Shukla y Husain, 2020).

En este marco, el objetivo de este estudio es examinar si la variación en el desempeño del procesamiento sintáctico en las personas mayores se puede describir en función de un deterioro diferenciado de la memoria de trabajo y la memoria procedimental en los dos componentes que se articulan durante el procesamiento. Para ello el artículo se organiza de la siguiente manera: en la segunda sección nos referiremos a los antecedentes teóricos vinculados al almacenamiento y la manipulación de la información sintáctica, y, luego, a la relación del procesamiento sintáctico con la memoria procedimental y de trabajo. En el tercer apartado se aborda el diseño y tipo de investigación escogido, con dos análisis estadísticos, uno correlacional y el otro comparativo. En la cuarta sección presentamos los resultados y la discusión. Y, finalmente, presentamos conclusiones sobre los hallazgos obtenidos.

## Antecedentes teóricos

### Procesamiento sintáctico: relaciones entre almacenamiento y manipulación de la información

El procesamiento sintáctico, tanto para comprensión como para la producción, implica manipulación de información y almacenamiento

a partir de distintos procesos cognitivos. Por un lado, se retiene y mantiene la información lingüística en el *buffer* de la memoria de trabajo, para luego integrarla y completar el procesamiento (Gibson, 1998, 2000), y, por otro, contamos con un conocimiento implícito de reglas y patrones que permiten las combinaciones de elementos en estructuras complejas que tienen relaciones de precedencia (secuenciales) y de jerarquía que permiten completar el procesamiento mencionado (Bauermann, 2014; Bulut, Cheng, Xu, Hung y Wu, 2018; Liu y Wang, 2019).

Ahora bien, en nuestro caso, denominamos almacenamiento sintáctico al conocimiento sintáctico guardado en la gramática mental. Para entender este concepto es necesario aludir a la propuesta chomskiana respecto del procesamiento de la sintaxis. Para este autor, la gramática mental está constituida en forma dual: por un lado, están los elementos subléxicos, que contienen información combinatoria de las unidades léxicas, y, por otro, el sistema computacional en sí mismo, en el que están las reglas combinatorias de unidades. Esta información se combina con las unidades léxicas provenientes del lexicon y se generan las oraciones gramaticales (Chomsky, 1970; Chomsky, 1995, 2013a, 2013b, 2016). En esta línea, los conocimientos gramaticales almacenados son implícitos, es decir, no conscientes para el hablante, incluso durante su adquisición y uso. Asimismo, son automáticos, pues son desencadenados en milisegundos por cualquier estímulo, tanto interno como externo al hablante (Friederici y Kotz, 2003), y, dado que generan un conocimiento que perdura a través de la vida de los hablantes, están almacenados en algún tipo de memoria de largo plazo (Ullman, 2001a, 2001b, 2004, 2005, 2015, 2016; Ullman, Earle, Walenski y Janacsek, 2020).

En este marco, uno de los paradigmas que se utilizan para explorar la representación del conocimiento sintáctico (Bock, 1986; Chang, Dell y Bock, 2006; Ferreira, Bock, Wilson y Cohen, 2008) es el *priming*. El *priming* refiere a la tendencia que poseen los hablantes de una lengua para repetir estructuras sintácticas que han producido recientemente o que otros han producido. Así, el *priming* fue utilizado tempranamente para describir por qué, cuando un sujeto es enfrentado a dos palabras relacionadas, la presentación de la primera palabra (*prime*) aceleraba la producción de la respuesta de la segunda (*target*) (Bock, 1986). Este mecanismo también ocurre con las frases, es decir, que, cuando

se lee o escucha una frase inicial (*prime*) con una estructura sintáctica determinada, esta influye en la segmentación e interpretación de una segunda frase (*target*) que se encuentra posteriormente en el mismo texto (Bock, 1986; Ferreira et al., 2008; Branigan y Pickering, 2017).

Una de las características del *priming* estructural es ser especialmente sensible a la estructura sintáctica, más que a la información conceptual, léxica o fonológica (Ferreira et al., 2008). Este fenómeno se evidencia incluso cuando oraciones *prime* y *target* no comparten palabras de contenido (sustantivos, verbos, adjetivos y adverbios). Lo anterior implica que el *priming* estructural debe poseer una base abstracta (Ziegler et al., 2008; Bencini, Goldberg y Snedeker, 2019). Al respecto, Pickering y Ferreira (2008) argumentan que este tipo de *priming* es informativo de cómo las personas representan y utilizan estructuras abstractas que no están directamente relacionadas con conocimiento perceptual o conceptual.

Desde esta perspectiva, se estima que el *priming* estructural podría depender de la memoria procedimental. Lo anterior se debe, primero, a que el aprendizaje cognitivo (como el motor) en esta memoria es gradual y está basado en el aprendizaje de patrones, combinaciones y reglas y, segundo, a que la memoria procedimental es resistente al olvido, así como la persistencia sintáctica es resistente al olvido, persistiendo tanto en la comprensión y la producción, considerando 10 frases neutras intermedias (Bock, Dell, Chang y Onishi, 2007; Bock y Griffin, 2000).

El segundo subcomponente en el procesamiento sintáctico es la manipulación de la información, que implica retener y mantener la información lingüística en el *buffer* de la memoria de trabajo para luego integrarla y completar el procesamiento. En términos generales, es preciso señalar que la comprensión del lenguaje consiste en extraer el significado de un enunciado dado, cuya condición previa es el procesamiento sintáctico. En este marco, un aspecto de la teoría de la comprensión de oraciones es cómo se ensamblan las estructuras de las oraciones a medida que las palabras se introducen una a una. Es así que dos son los componentes implicados en el análisis y segmentación de las unidades que conforman el mensaje —el *parsing* sintáctico—, que demandan recursos cognitivos: (1) la retención de la estructura construida hasta el momento, incluidos los rasgos gramaticales, y (2) la integración de la palabra entrante en la estructura construida hasta

el momento. Lo anterior demanda el seguimiento de las dependencias sintácticas que, hasta no alcanzar la finalización de la oración, están incompletas (Gibson, 1998, 2000).

Por ejemplo, para procesar el enunciado (1) “El niño pelirrojo [que mi tío conoce de casa de José] canta muy bonito todas las canciones”, el comprendedor deberá interrumpir el procesamiento que estaba realizando y mantener en la memoria la frase nominal inicial mientras procesa la cláusula incrustada, hasta alcanzar el verbo (“canta”) y así poder establecer la dependencia sujeto-verbo. Ahora bien, para poder integrar el sujeto con el verbo, tuvo que haber guardado la información del núcleo del sintagma nominal (“niño”), función sujeto, con sus rasgos gramaticales; mantener en el *buffer* de la memoria de trabajo los elementos intervinientes entre el primer núcleo y su dependiente hasta alcanzarlo (“canta”), y así integrarlos al procesar la cláusula. Esta teoría asume, entonces, que la integración estructural depende de la distancia o localidad entre los dos elementos que se relacionan.

La retención de la información sintáctica es la mantención de la organización sintáctica de las cláusulas a partir de la relación entre sus sintagmas. Respecto de la integración, el segundo componente implicado en el parsing sintáctico, la teoría de dependencia local (Gibson, 1998, 2000), propone que la ‘localidad’ es clave para integrar dos elementos (como un núcleo y un dependiente, o un referente pronominal a su antecedente), porque esta acción tiene un costo cognitivo. De esta manera, Gibson propone que, a mayor distancia entre una palabra entrante y el núcleo local o la dependencia a la que se atiende, mayor es el costo de integración, especialmente en los casos en los que se introduce un nuevo referente del discurso (Gibson, 1998, 2000; Rispens y De Amesti, 2017). Así, se observa que la retención y la integración en el parser demandan recursos de dominios cognitivos que son propios de la memoria de trabajo, como los componentes de retención y de procesamiento/integración (Just y Carpenter, 1992; Anderson, Bjork y Bkork, 1994).

### Memoria procedimental (agregar aprendizaje sensoriomotor) y procesamiento sintáctico

Uno de los recursos cognitivos que insume el uso del lenguaje es el sistema de memoria (Warren, Rubin, Shune y Duff, 2018; Shafto y Tyler, 2014;

Peelle, 2019). Ullman (2001a, 2001b, 2004, 2005, 2015, 2016) propone un modelo que permite comprender el funcionamiento del lenguaje en relación a bases funcionales y neurocognitivas. Según entiende el autor, un valor a ponderar dentro de esta teoría es que ofrece marco explicativo para comprender la relación entre déficits y fallos de memoria y su correlato lingüístico. Ullman, Earle, Walenski y Janacsek (2020) propone que el aprendizaje de la gramática comparte características clave con el aprendizaje de la memoria procedimental, dado que el sistema cerebral que sustenta a la memoria procedimental también sustenta a la 'gramática'. Ambos implican el aprendizaje de conocimientos secuenciales y categóricos, que son, en gran medida, implícitos.

En comparación con las dependencias lingüísticas locales, las dependencias de distancia larga se aprenden más lentamente, tanto en la memoria procedimental como en la gramática (Guasti, 2017). Asimismo, el aprendizaje en la memoria procedimental se condice con el de la gramática que se aprende gradualmente y se vuelve, en gran medida, automática, es decir, rápida, inflexible (las relaciones gramaticales se vuelven más rígidamente delineadas) y con menor variabilidad en el rendimiento (Love, Walenski y Swinney, 2009).

De hecho, existen evidencias que relacionan el aprendizaje de la gramática con la memoria procedimental. En efecto, Hamrick, Lum y Ullman (2018) observaron que los individuos con mejores habilidades de aprendizaje procedimental también muestran un mejor aprendizaje o conocimiento de la gramática. Este patrón se observó en el funcionamiento de la lengua nativa en niños, así como en adultos que aprenden una segunda lengua. En este último caso, se observó una relación con la memoria procedimental sólo en etapas posteriores de este aprendizaje, cuando se espera una mayor dependencia del conocimiento aprendido a través de la memoria procedimental. La correlación entre la gramática y el aprendizaje procedimental se mantuvo entre diferentes lenguas y estructuras lingüísticas (incluidas la sintaxis y la morfología flexiva), así como para las tareas de aprendizaje de secuencias y categorías.

En lo que refiere a la neuroanatomía de la memoria procedimental y el aprendizaje de la gramática, esta se ha relacionado específicamente con los ganglios basales. En efecto, la memoria procedimental involucra una red de estructuras cerebrales interconectadas, enraizadas



en circuitos frontales / ganglio basales, incluyendo el premotor frontal y las regiones afines, particularmente el BA 6 y el BA 44. En un estudio de imágenes funcionales neuroanatómicas se observó que, en las fases tempranas del aprendizaje del lenguaje, el aprendizaje de la gramática (pero no del léxico) se asoció con la activación en el caudado/putamen anterior (y no en el cerebelo) (Tagarelli, Shattuck, Turkeltaub y Ullman, 2019), que subyace a las fases tempranas del aprendizaje de secuencias y categorías en la memoria procedimental.

Ahora bien, hallazgos empíricos indican que la memoria procedimental está bien preservada en el envejecimiento normal y que cualquier disminución es pequeña en relación con las reducciones de la memoria declarativa (De Wit et al., 2023; Warren et al., 2018). Los estudios de imágenes revelan que la mayoría de las tareas procedimentales activan la corteza motora primaria, que es una estructura cerebral relativamente bien conservada en la vejez (Ward, Berry, Shanks, Moller y Czsiser, 2020). Asimismo, algunos estudios han sugerido que las funciones de la memoria procedimental están bien conservadas en el envejecimiento normal e implican a las mismas redes frontales, parietales, cerebelosas y de los ganglios basales que en las personas más jóvenes (Daselaar, Rombouts, Veltman, Raaijmakers y Jonker, 2003; Ward y Shanks, 2018). En otras palabras, las personas mayores no compensan el funcionamiento de la memoria procedimental con otras estructuras cerebrales.

### Memoria de trabajo y procesamiento sintáctico

El modelo multimodal de Baddeley y Hitch (1974), y actualizado por Baddeley (2003, 2010, 2019), plantea que la memoria de trabajo es un sistema de almacenamiento temporal que sustenta nuestra capacidad de pensamiento y que debería, en consecuencia, tener implicaciones para el procesamiento del lenguaje. Desde esta perspectiva, las variaciones en la memoria de trabajo repercutirán en los procesos lingüísticos. Es así que, aunque gran parte del procesamiento del lenguaje es relativamente automático, los déficits en el bucle fonológico y, en menor medida, en otros aspectos de la memoria de trabajo pueden afectar gravemente al procesamiento del lenguaje.

Ahora bien, la memoria de trabajo, en el modelo multimodal de Baddeley y Hitch (1974) y Baddeley (2003, 2010), se caracteriza por

contar con un sistema ejecutivo central de capacidad limitada que interactúa con dos sistemas de almacenamiento pasivos utilizados para el almacenamiento temporal de diferentes clases de información: el bucle fonológico y la agenda visoespacial. El bucle fonológico o articulatorio es responsable del almacenamiento temporal de la información verbal; los elementos se guardan en un almacén fonológico de duración limitada y los elementos se mantienen en el almacén mediante el proceso de articulación. Por su parte, la agenda visoespacial es responsable del almacenamiento de información visoespacial durante un breve periodo de tiempo y también desempeña un papel clave en la generación y manipulación de imágenes mentales. Ambos sistemas de almacenamiento están en contacto directo con el sistema ejecutivo central. Se considera que el ejecutivo central es el principal responsable de la actividad coordinadora dentro del sistema cognitivo, pero también dedica parte de su limitada capacidad a aumentar la cantidad de información que puede mantenerse en los dos subsistemas.

En relación con el funcionamiento de la memoria de trabajo durante el envejecimiento, esta varía redundando en una disminución en su capacidad de almacenamiento y, por lo tanto, afectando la eficiencia en tareas de procesamiento. De hecho, una de las dificultades mayores que se ha evidenciado en la vejez es la capacidad para la recuperación de listas. Las evidencias empíricas demuestran que el número de chunks que pueden mantenerse en la memoria de trabajo disminuye con la edad (Gilchrist, Cowan y Naveh-Benjamin, 2008), así como también el tamaño de los chunks, según lo observado por Naveh-Benjamin, Cowan, Kilb y Chen (2007).

Lo anterior, según este autor, puede estar relacionado con los déficits de asociación que ocurren durante el envejecimiento (Cowan, Naveh-Benjamin, Kilb y Sauls, 2006; Bastin y Van der Linden, 2006). Sin embargo, en lo que refiere a la comprensión, los adultos mayores generalmente se desempeñan como los adultos jóvenes, aunque su memoria textual disminuye a medida que aumenta la información (Bäckman y Nilsson, 1985; Stine-Morrow, Gagne, Morrow y DeWall, 2004; DeDe et al., 2004; Gilchrist et al., 2008).

Respecto de la influencia de la disminución de la memoria de trabajo en el procesamiento de la complejidad sintáctica, la evidencia es abundante (Kemper, 1987, Kemper y Rash, 1988; Kemper y Kemtes,

1999; Kemper et al., 2003). Varios estudios sugieren que el efecto de la edad observado en la comprensión sintáctica puede no ser directamente atribuible a las dificultades que tienen los sujetos para construir estructuras sintácticas, sino, más bien, a las dificultades para realizar operaciones sobre el significado que se ha extraído. Esto incluye tareas que requieren que el sujeto retenga y reordene grandes cantidades de material en la memoria (Kemper, 1987; Light, 1990) o que interprete frases inverosímiles (Davis y Ball, 1989).

Finalmente, respecto de la neuroanatomía de la MT, cabe destacar que algunas funciones, como el recuerdo o las funciones ejecutivas, se sustentan en parte de los ganglios basales y la corteza frontal (varias partes del estriado, así como las regiones ventrolaterales y otras prefrontales), que son las mismas que subyacen a la memoria declarativa (Scimeca y Badre, 2012). Incluso los déficits en la memoria de trabajo están asociados a los déficits de la memoria declarativa (Lum, Ullman y Conti-Ramsden, 2015; Ullman y Pullman, 2015).

## Metodología

### Tipo y diseño de investigación

En esta investigación se realizaron dos análisis estadísticos: (1) un análisis correlacional transeccional de alcance descriptivo, de tipo no experimental, y (2) un análisis comparativo de alcance descriptivo *ex-post-facto* (Abbuhl, Gass y Mackey, 2013; Frey, 2013).

En el análisis 1 se correlacionaron (i) la manipulación de la información sintáctica con la memoria de trabajo, y (ii) el almacenamiento sintáctico con la memoria procedimental. El supuesto que guió este análisis es que los componentes del procesamiento sintáctico se relacionan con tipos de memorias distintas, con independencia de la edad de los sujetos.

Por su parte, en el análisis 2 se comparó el rendimiento de jóvenes y de adultos mayores normales en cuanto (i) al almacenamiento sintáctico, (ii) la manipulación de la información sintáctica, (iii) la memoria de trabajo y (iv) la memoria procedimental. El supuesto que guió este análisis es que algunas de las variables, particularmente la manipulación de la información sintáctica, manifestarían rendimientos significativamente diferentes entre ambos grupos de sujetos, dada su

asociación directa con la memoria trabajo —y su deterioro en la vejez—, mientras que el almacenamiento sintáctico no manifestaría diferencias significativas, dada su relación con la memoria procedimental.

## Participantes

En este estudio participaron 29 (Fem=8; Masc=21) adultos mayores saludables (en adelante, AMS) entre 65 y 75 años, y 30 jóvenes (Fem=6; Masc=24) nativos chilenos. Respecto del nivel de estudios de los AMS, 19 poseen estudios universitarios; 5, estudios terciarios, y 6, doce años de escolaridad formal. Los jóvenes participantes se encuentran todos en etapa de educación universitaria.

Los sujetos que integran la muestra fueron reclutados principalmente de la Universidad del Adulto Mayor de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, de la comunidad Misionera de Cristo Resucitado y por la estrategia bola de nieve. Por su parte, los jóvenes que participaron de este estudio fueron reclutados en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Valparaíso y por la estrategia de bola de nieve tenían entre 20 y 30 años de edad, pues es el rango etario en que se evidencia madurez en habilidades léxico-sintácticas, así como de comprensión y producción de textos orales y escritos

Tabla 1  
*Datos descriptivos de escolaridad jóvenes y adultos mayores saludables*

	Escolaridad	
	Jóvenes	AMS
Media	1.76	1.48
Mediana	2.00	1.00
Desviación estándar	0.430	0.74
Mínimo	1.000	1.000
Máximo	2.000	3.000

Fuente: Elaboración propia. *Nota.* 1: formación universitaria completa; 2: 12 años de escolaridad formal; 3: formación terciaria.

A fin de incluir a las personas sin deterioro cognitivo, a cada uno de los participantes se les aplicó el *Montreal Cognitive Assessment* (=MoCA) (Bello-Lepe et al., 2020). El puntaje máximo de esta evaluación es de 30; un puntaje igual o superior a 20.84 se considera normal. Hemos considerado un criterio de inclusión MoCA  $\geq 21$ , un mínimo de 65 y un máxi-

mo de 75 años de edad para los AMS, y un mínimo 20 y un máximo de 30 años de edad para los jóvenes, y un mínimo de 12 años de escolaridad.

Como se señaló, siguiendo a Bello-Lepe et al. (2020), cada uno de los participantes logró puntajes por sobre el mínimo de la norma chilena ( $\geq 21$ ), como muestra la Tabla 2.

Tabla 2  
*Datos descriptivos MoCA jóvenes y adultos mayores*

	MoCA	
	Jóvenes	AMS
Media	27.600	25.344
Mediana	28.000	25.000
Desviación estándar	1.476	2.595
Mínimo	25	21
Máximo	30	30

Fuente: Elaboración propia.

El estado emocional de los participantes lo resguardó la profesional del área de salud que aplicó la evaluación de MoCA. Y lo indicó en cada uno de los informes elaborados.

## Instrumentos

Se realizaron dos tareas lingüísticas, una de distancia lineal y otra de *priming* estructural, y se aplicaron dos pruebas para evaluar las memorias de trabajo y procedimental. En este marco, para la evaluación de la manipulación de la información sintáctica se utilizó un paradigma de distancia lineal, que incluyó 27 oraciones, en las que se manipuló la distancia entre el núcleo del sintagma nominal función sujeto y el núcleo del sintagma verbal. Como muestra la Tabla 3, se consideraron 9 oraciones para cada una de las 3 condiciones, según la distancia lineal entre los dos elementos *target*: la distancia 1, con 9 unidades léxicas intervinientes; distancia 2, con 11 unidades léxicas intervinientes, y distancia 3, con 13 unidades léxicas intervinientes. La distancia entre los elementos *target* se corresponde con la media estándar de retención de unidades en la memoria de trabajo, de  $7+/-2$  (Miller, 1956).

A estas distancias (1), (2) y (3) se les asignó un valor ascendente que permita diferenciar los grados de comprensión de las oraciones

estímulos. Asimismo, se controló la posible influencia del tipo de estímulo a través de un contrabalanceo. Entre los dos elementos relacionados se incrustó una cláusula de relativos y otra de adjuntos complementantes y, entre ambos, dos referentes; se evitó que estos no condujeran a error en tanto agente de la acción. En el primer caso, las cláusulas de relativos coinciden en género con la frase nominal *target*, esa situación significó que la asignación de agentividad se realizara a partir de marcos argumentales. En la condición 1, el adjunto puede ser complemento en la relativa o complemento en el verbo. Se realizaron dos pilotajes de la prueba, tanto con adultos mayores como con jóvenes. Asimismo, se validó el contenido de la tarea a través de una revisión de pares.

Tabla 3  
*Ejemplo de materiales tarea de retención*

Distancia lineal	Oración estímulo	Unidades <i>target</i>	Unidades intervinientes	Puntaje
(1)	El niño pelirrojo que mi tío conoce muy bien desde pequeño canta muy bonito todas las canciones.	niño - canta	9	1
(2)	La enfermera alta que María contactó hace unas semanas en la clínica Reñaca es una gran especialista.	enfermera - es	11	2
(3)	La mujer muy alta que siempre trabaja en casa de la hermana de mi tío toca muy bien canciones en guitarra.	mujer - toca	13	3

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se incorporaron 54 oraciones *fillers*, lo que generó una tarea de 81 oraciones en total. A partir de allí, siguiendo la propuesta de Sevilla, Jaichenco, Wilson y Raiter (2008), los estímulos fueron organizados y presentados en 3 grupos de 27 enunciados, conformados aleatoriamente para cada uno de los participantes.

El almacenamiento sintáctico se midió a través de una tarea de *priming* estructural, basada en la propuesta experimental de Sevilla et al.,

(2008). A los participantes se les presentó una estructura argumental de un predicado *prime*, a fin de verificar cómo esta forma sintáctica influye en la forma de un enunciado siguiente. Concretamente, en este experimento se construyó una tarea de completamiento de oraciones con verbos que seleccionan tres tipos de sintagma (1) Nominal, (2) de Flexión o (3) Complementante, pero con la misma función, tal como se muestra en el ejemplo:

Tabla 4

*Ejemplo de estímulo para la tarea de priming sintáctico*

<b>Oración <i>prime</i></b>	El presidente les sugirió a los ciudadanos que usaran mascarillas		
<b>Fragmento-estímulo</b>	El dirigente les recomendó a los pobladores...		
<b>Estructura <i>target</i> y estructuras posibles</b>	... que siguieran el protocolo de salud	... seguir el protocolo de salud	... cuidados de salud extremos
<b>Estructura sintáctica</b>	Sintagma complementante [SC]	Sintagma de flexión [SF]	Sintagma nominal [SN]
<b>Puntaje asignado</b>	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Como muestra la Tabla 4, a los participantes se les presentó una oración *prime* y luego un fragmento que debían completar. En este caso, dadas las restricciones que impone su estructura argumental, se esperaba que se generara la estructura *target* [SC] o alguna de las otras estructuras posibles [SF] o [SN]. La generación de la primera asignaba un (1) punto, mientras que las dos últimas cero (0), a fin de diferenciar la estructura.

Para la construcción de las oraciones *prime* se utilizaron 4 tipos de oraciones, cuya estructura argumental es similar y permite la variación entre los sintagmas antes citados. De este modo, se usaron estructuras que expresan 'deseo', 'influencia', 'valoración' y 'reacción psicológica'. A partir de estas estructuras se generarán 48 oraciones *primes* + 48 fragmentos, es decir, 48 ítems.

Para el contrabalanceo, cada persona fue expuesta al mismo número de cada uno de los cuatro tipos de oraciones *prime* y, cada uno de estos en sus tres versiones, de esta manera se evitó el efecto de acostumbamiento de la tarea.

Para medir la memoria de trabajo se utilizó el *digit span test* de la Escala IV de Inteligencia de Wechsler para adultos (WAIS-IV), que evalúa la repetición de los dígitos inversos y de secuencia (Baddeley et al., 2003). Se optó por este subtest de WAS-IV porque esta tarea demanda procesos cognitivos paralelos: propicia el almacenamiento de información en el *buffer* de la memoria y el procesamiento de esa información para realizar alguna actividad. Concretamente, para la evaluación se utilizaron las tareas de dígitos en orden inverso y de secuenciación, que forman parte de la versión española de la prueba.

Por último, la memoria procedimental se evaluó a través de la prueba estandarizada SRT para medir memoria procedimental, elaborada por Nissen y Bullemer (1987), y actualizada por Lum, Gelgic y Conti-Ramsden (2010) e implementada por Alfaro Faccio (2015) en investigaciones de trastornos del lenguaje. Este test fue diseñado para dar cuenta del aprendizaje de una secuencia implícita viso-espacial que se aprende, almacena y procesa en la memoria procedimental.

## Procedimientos

Todos los participantes fueron evaluados individualmente en las instalaciones del Instituto de Literatura y Ciencias del Lenguaje de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Las salas estaban iluminadas, era cómodas y los participantes contaron con las herramientas necesarias para realizar cada una de las tareas (i. e. un computador con pantalla de 11 pulgadas que tenía instalado el programa PsychoPy, versión 2020.2.8, *software* para la recolección de datos en la tarea de distancia lineal).

La Tabla 5 muestra los tiempos de duración estimada de cada tarea, en los que están contemplados la latencia del grupo de adultos mayores saludables. Cabe mencionar que los datos se colectaron en dos sesiones.

Tabla 5  
*Tiempo de toma de datos*

Tareas	Tiempos
Tarea de distancia lineal	30'
Tarea de <i>priming</i> estructural	20'
<i>Digit Span Test</i>	30-35'
SRT	15'

Fuente: Elaboración propia.



En la tarea de distancia lineal los estímulos fueron presentados en una pantalla de computador, a través de una tarea autoadministrada de comprensión lectora, en la que se presentaba un punto de fijación antes de el bloque de 27 oraciones, luego una oración aleatoria y una pregunta y sus alternativas correcta/incorrecta. Cabe destacar que la transición entre la (a) oración estímulo y la (b) pregunta de comprensión era realizada al ritmo de cada participante. Para responder la (c) alternativa correcta debía presionar en un teclado las letras A o B.

Las respuestas correctas fueron puntuadas dependiendo del tipo de estímulo. Como se indicó anteriormente en la Tabla 3, al estímulo (1) corresponde el valor 1; al estímulo 2, el valor 2 y, al estímulo 3, el valor 3. El puntaje total de las respuestas consistió en la suma total de respuestas correctas que obtenga el sujeto participante.

El procedimiento para la tarea del priming estructural se basó en la propuesta de Sevilla, Jaichenco y Raiter (2005) y Sevilla, Jaichenco, Wilson y Raiter, (2008). El experimento se implementó a través de un cuadernillo autoadministrable con la consigna de realizar la tarea. Los ítems (48 oraciones prime + 48 fragmentos - estímulo) fueron organizados en cuatro bloques y en forma contrabalanceada, a fin de evitar el acostumbramiento de la tarea. Concretamente, a cada persona se le presentó una oración prime acompañada por el fragmento-estímulo, el que debía completar sin considerar un tiempo específico para ello. Asimismo, se les recomendó completar el fragmento en el orden en el que se les presentasen los estímulos y no volviesen hacia atrás o releer lo escrito, tal como muestra el ejemplo:

Oración *prime*: Te pido que llegues temprano a mi casa.

Fragmento estímulo: Te prohíbo...

En lo que refiere al puntaje, solo se consideró un punto a los fragmentos que fueron completados siguiendo la misma estructura que la oración prime. El puntaje final fue el número de frases completadas siguiendo la construcción de la oración prime/total de oraciones presentadas. En este sentido, esta tarea buscó medir la frecuencia de aparición del efecto prime.

La prueba para evaluar la memoria de trabajo se administró en forma oral, de acuerdo con las reglas del manual de WAIS-IV. Así, los sujetos tuvieron dos intentos para completar cada secuencia numérica,

aún cuando no cometiesen errores en el primer intento. Se otorgó un punto si se verbalizaba la secuencia en forma correcta en cada intento y cero si el participante respondía en forma incorrecta, señalaba no saber la respuesta o no respondía dentro de 30 segundos. Siguiendo a Tamayo et al. (2012), el puntaje a nivel de ítem corresponde a la suma de puntajes de los intentos que conciernen a ese ítem. El puntaje bruto total corresponde a la suma de las dos tareas, la de dígitos inversos (máx=16pts) y la de secuenciación (máx=16pts).

En lo que refiere a la evaluación de la memoria procedimental, el test consistió en un *software* interactivo, presentado a través de un computador. En su pantalla se muestran cuatro estímulos visuales, los cuales se corresponden con cuatro botones del teclado que los seleccionan como una respuesta, respectivamente. El estímulo visual sigue una secuencia predefinida que se presenta a los participantes. Luego de exposiciones múltiples de la secuencia, se pide a los sujetos que la reproduzcan presionando los botones que corresponden. Después de múltiples exposiciones a la misma secuencia, se presenta un patrón al azar.

Específicamente, el test comprende cinco bloques compuestos por 90 estímulos (secuencias), cada uno de los cuales está conformado por diez ítems (activaciones). Los primeros cuatro bloques de estímulos contienen la misma secuencia; el quinto bloque presenta un patrón aleatorio probabilísticamente distinto a las secuencias previas. Con el tiempo, los participantes responden más rápido a la secuencia de repetición que a una secuencia totalmente aleatoria. Por lo tanto, su mejor desempeño indica que han aprendido la secuencia. Este aumento en el tiempo de respuesta es tomado como evidencia de que el conocimiento de la secuencia ha sido aprendido de forma implícita junto a la cantidad de secuencias ejecutadas correctamente (Nissen y Bullemer, 1987).

Todos los sujetos participaron voluntariamente y lo expresaron mediante la firma de un consentimiento informado. Todos los datos recabados han sido anonimizados y la información solo ha sido y será utilizada para los fines científicos de esta investigación. Además, este estudio no implicó costos económicos para ninguno de los participantes ni involucró pago o beneficios económicos. Solo al finalizar el proceso de recogida de datos se entregó un reporte indi-

vidual con la información obtenida a partir de la aplicación de los test, elaborado por una profesional especializada en el área de neuropsicología.

Asimismo, dada la contingencia sanitaria de 2020 y 2021 —fechas en que se colectaron los datos—, se siguieron las consignas del protocolo sanitario del momento. La ejecución de este proyecto estuvo avalada y visada por el Comité de Bioética y Bioseguridad PUCV, como se consigna en la resolución BIOPUCV-H408-2021.

## Resultados

El supuesto que guio el análisis correlativo es que los componentes del procesamiento léxico —almacenamiento léxico y recuperación léxica— se relacionan con tipos de memorias distintas, con independencia de la edad de los sujetos.

Para correlacionar memoria procedimental y almacenamiento sintáctico, en primer lugar, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ( $W=0.959$ ;  $p=.046$ ) y, a partir de allí, se determinó el coeficiente de Spearman ( $r_s=.335$ ;  $p=.005$ ). Los datos indican que la correlación es positiva y moderada.

Tabla 6

*Valores descriptivos correlación memoria procedimental y almacenamiento sintáctico*

	N	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Shapiro-Wilk(p)
Memoria Procedimental	59	39.139	56.058	143.22 %	0.952 (0.020)
Almacenamiento sintáctico	59	19.373	3.352	17.30 %	0.986 (0.735)

Fuente: Elaboración propia.

Luego se buscó determinar la relación entre las variables manipulación de la información sintáctica y memoria de trabajo. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó ( $W=.605$ ;  $p<.001$ ) y, a partir de allí, se determinó el coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s=.135$ ;  $p=.154$ ). Los datos indican que no existe una correlación entre la memoria de trabajo y la manipulación de la información sintáctica.

Tabla 7  
Valores descriptivos de la correlación memoria de trabajo - manipulación de la información

	N	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Shapiro-Wilk( <i>p</i> )
Memoria de trabajo	59	15.136	2.843	18.78 %	0.937 (0.005)
manipulación de la información	59	52.102	3.699	9.74 %	0.540 (< .001)

Fuente: Elaboración propia.

El supuesto que guio el análisis comparativo es que la variable retención de información sintáctica manifestaría rendimientos significativamente diferentes entre ambos grupos de sujetos, dada su asociación directa con la memoria trabajo —y su deterioro en la vejez, mientras que la variable de almacenamiento sintáctico no manifestaría diferencias significativas dada su relación con la memoria procedimental.

Respecto de la comparación del rendimiento en la tarea de almacenamiento sintáctico entre el grupo de los jóvenes y los adultos mayores normales, se realizó la prueba de *t-student* para muestras independientes, cuyos resultados no demostraron diferencias significativas entre ambas muestras en la tarea de almacenamiento sintáctico (*priming* estructural) ( $t=1.154$ ;  $p=0.253$ ;  $d=.301$ ). Los datos indican que se puede rechazar la hipótesis nula.

Tabla 8  
Valores descriptivos en tarea de almacenamiento sintáctico

	Grupo	N	Media	$\sigma$	$C_v$	Shapiro-Wilk( <i>p</i> )	Igualdad de varianzas
Almacenamiento sintáctico	Jóvenes	30	19.867	3.902	19.64%	.984(<.922)	Levene( <i>p</i> ) 2.579(.114)
	AM	29	18.862	2.642	14.00%	.960 (<.323)	

Fuente: Elaboración propia.

Para el rendimiento en la tarea de memoria procedimental entre el grupo de los jóvenes y los adultos mayores normales, se realizó la

prueba de *Welch* para muestras independientes, cuyos resultados demostraron que no existen diferencias significativas entre ambas muestras en la memoria procedimental ( $t=.360$ ;  $p=.721$ ;  $d=.094$ ). Los datos indican que se puede rechazar la hipótesis nula.

Tabla 9

*Valores descriptivos en tarea de memoria procedimental*

	Grupo	N	Media	$\sigma$	$C_v$	Shapiro-Wilk( $p$ )	Igualdad de varianzas
Memoria Procedimental	Jóvenes	30	41.772	31.890	76.34 %	.940(.092)	Levene( $p$ ) 11.508(.001)
	AM	29	36.415	73.63	202.19 %	.963(.385)	

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la comparación del rendimiento en la tarea de manipulación de la información sintáctica, se realizó la prueba de *U-Mann Whitney* para muestras independientes, cuyos resultados señalan que el grupo de jóvenes no tiene un mayor rendimiento que el grupo de los adultos mayores ( $W=531.0$ ;  $p=.051$ ;  $d=.221$ ), lo que indica que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 10

*Valores descriptivos en tarea de manipulación de la información*

	Grupo	N	Media	$\sigma$	$C_v$	Shapiro-Wilk( $p$ )	Igualdad de varianzas
Manipulación de la información	Jóvenes	30	52.87	1.978	3.7 %	.631(<.001)	Brown-Forsythe( $p$ ) 3.060(.085)
	AM	29	51.31	4.797	8.9 %	.579(<.001)	

Fuente: Elaboración propia.

Para la comparación del rendimiento en tarea de memoria de trabajo se realizó la prueba de *U - Mann Whitney* para muestras independientes, cuyos resultados demostraron un mayor rendimiento del grupo de los jóvenes frente al grupo de adultos mayores normales ( $U=608.500$ ;  $p=.004$ ;  $r=.399$ ).

Tabla 11  
 Valores descriptivos en tarea de memoria de trabajo

	Grupo	N	Media	$\sigma$	$C_V$	Shapiro-Wilk( $p$ )	Igualdad de varianzas
Memoria de trabajo	Jóvenes	30	16.100	2.987	18.55%	.951(.185)	Levene( $p$ ) 1.374(.245)
	AM	29	14.137	2.341	16.56%	.929(.054)	

Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

Los datos serán discutidos como siguen: primero las correlaciones y, luego, las comparaciones de medias.

En el caso del almacenamiento sintáctico y la memoria procedimental, se observó una correlación positiva ( $r_s=0,335$ ;  $p=0,005$ ) con un tamaño del efecto positivo moderado, mientras que entre la manipulación de información sintáctica y la memoria de trabajo se observó que no existe una correlación positiva moderada ( $r_s=0,135$ ;  $p=0,154$ ). En términos teóricos, estas correlaciones dan cuenta de que una de las relaciones que hipotetizamos entre los subprocesos y los tipos de memoria parecen persistir a lo largo de la vida de los sujetos.

A continuación, se discuten los alcances de ambas relaciones por separado.

## Correlación

### *Almacenamiento sintáctico y memoria procedimental*

En el caso de la correlación entre el almacenamiento sintáctico y la memoria procedimental, nuestro hallazgo ( $r_s=0,335$ ;  $p=0,005$ ) señala que existe una relación entre el almacenamiento sintáctico y la memoria procedimental. Se ha observado que los hablantes tienden a recuperar estructuras almacenadas, preactivadas mediante la tarea de *priming*, y también tienden a aprender y almacenar en la memoria una secuencia implícita aprendida recientemente. Dado que esto ocurre con independencia de la edad de los sujetos, esta correlación podría indicar que cualquier cambio en el conocimiento sintáctico también ocurrirá con la capacidad de la MP.

Asimismo, este hallazgo puede ser interpretado desde una perspectiva psicolingüística, respecto del procesamiento de la sintaxis y la jerarquía de las unidades que la componen. En efecto, procesar un enunciado conlleva una reinterpretación del orden lineal propio del lenguaje a nivel sensible, en una redescrición de la estructura en dependencias jerárquicas no evidentes (Tesnière, 1959; Chomsky, 2013a, 2013b, 2016; Lopopolo, Frank, Van Den Bosch y Willems, 2019). Así, una oración lineal aparentemente simple, de dos o tres elementos, podría estar estructurada de modo complejo, y su descripción podría realizarse mediante nodos que dan cuenta de su jerarquía.

Esta perspectiva permite comprender que el procesamiento sintáctico implica llevar a cabo un procedimiento complejo que sigue pasos —cuyo nombre ha variado según la teoría que lo intenta representar: algoritmos, movimientos, reglas, etc.— y, en último término, a partir de las relaciones sintácticas no aparentes, se logra la comprensión del enunciado. Este procedimiento, explicado así, parece ser coherente con la propuesta de Ullman (2016), pues estas reglas que permiten procesar la sintaxis deberían ser parte de la memoria procedimental. En efecto, en términos teóricos, consideramos que la habilidad sintáctica se aprende gradualmente, así como las habilidades motoras; estas varían a lo largo de la vida y, durante el envejecimiento, ambas podrían verse mermadas.

Nuestros resultados concuerdan con diversos estudios que han buscado explicar el fenómeno del *priming* estructural (Bock, 1986; Ferreira et al., 2008), los cuales sugieren que el *priming* estructural, y quizás la representación en la memoria del conocimiento sintáctico, tiene sus raíces en la memoria procedimental, y no en la declarativa (Heyselaar, Wheeldon y Segaert, 2021). Asimismo, los hallazgos coinciden con las descripciones de la función del lenguaje que distinguen el contenido y el proceso, situando el primero en el sistema de memoria declarativa y el segundo, en el sistema de memoria procedimental (Ullman, Earle, Walenski y Janacsek, 2000; Ullman, 2016, Ullman et al., 2020).

A partir de nuestros datos, entonces, podríamos concluir que la variación del procesamiento sintáctico se relaciona con la variación de la MP. El coeficiente reportado ( $C_v$ , Jóvenes=76.34 %; AM=202,19 %) sugiere que sería preciso observar qué otros factores están median-

do en el procesamiento sintáctico. Cabe destacar que los datos descriptivos indican una dispersión de datos muy alta ( $\sigma$  Jóvenes=31.890; AM=73.763). Estos resultados altamente heterogéneos parecen sugerir que los participantes, a lo largo de la vida, experimentan distintos niveles de dificultad para aprender una nueva secuencia e integrar este conocimiento sensoriomotor y cognitivo a su memoria procedimental.

### *Manipulación de la información sintáctica y memoria de trabajo*

Nuestro hallazgo señala que no existe una correlación entre distancia lineal y MT ( $r_s=0,135$ ;  $p=0,154$ ). Interpretamos este dato a partir de la manipulación de la información sintáctica evaluada a través del paradigma de la distancia lineal, que es un enfoque basado en la memoria (Gibson, 1998, 2000). Señalábamos que este enfoque considera la retención y la integración en el procesamiento. En este caso, el sujeto reconoce el núcleo del sintagma nominal función sujeto con sus rasgos, interrumpe el procesamiento de la concordancia para retener en el *buffer* de la memoria de trabajo los elementos intervinientes, hasta alcanzar el núcleo del sintagma verbal.

Este proceso es también conocido por seguimiento de rasgos, pues el procesamiento de la concordancia implica integrar sujeto y verbo, y sus rasgos de número y persona. Ahora bien, detrás de la aparente linealidad, los enunciados esconden una composición estructural basada en relaciones de dependencias y jerarquías (O' Grady, Lee y Choo 2003; Chomsky, 2013b). En este sentido, la inserción de material con propiedades potencialmente interferentes no debería afectar al seguimiento de rasgos abstractos (Pearlmutter, 2000).

Es así que nuestros datos parecerían indicar, entonces, que la retención e integración de la información léxica dispuesta linealmente no es relevante para el procesamiento sintáctico y que, probablemente, dicho procesamiento se asocia a un fenómeno propio del procesamiento de jerarquías y dependencias estructurales. En concreto, la tarea de distancia lineal nos permitió descartar la MT como recurso cognitivo fundamental para el procesamiento y confirmar que el procesamiento sintáctico no está relacionado exclusivamente con esta memoria, como lo señalara Véliz de Vos, Riffo, Hernández, Sáez y Sáez (2013) para el español chileno.



Asimismo, esta no relación entre manipulación de la información y MT también podría explicarse por la propia tarea de dígitos inversos y de secuenciación con que se evaluó la MT, pues la tarea implica retener la información entrante y operar sobre ella en forma paralela para producir la respuesta esperada. En este sentido, la demanda de recursos cognitivos está focalizada en el ejecutivo central, según el modelo de Baddeley (1986, 2003), mientras que en la manipulación de la información sintáctica el compromiso es del bucle fonológico con una mínima implicancia del ejecutivo central, pues se trata de un *spam* hacia adelante (Grégoire y Van der Linden, 2007). En síntesis, las tareas demandan esfuerzos cognitivos diferentes y de distinto grado de exigencia. En consecuencia, la no existencia de la correlación parece adquirir coherencia.

## Comparación de rendimiento

### *Almacenamiento sintáctico*

La comparación del rendimiento en la tarea de almacenamiento sintáctico no se diferencia significativamente ( $\bar{x}$  jóvenes: 19.87; AM: 18.87) entre grupo de los AM y los jóvenes ( $t=1.154$ ;  $p=0.2537$ ). En otras palabras, tanto los jóvenes como los AM almacenan información sintáctica en forma semejante, lo que podría ser indicio de que esta función parecería mantenerse preservada en la vejez normal.

Nuestros datos, a partir de esta medida conductual, nos permitirían señalar que la sintaxis se preserva en la vejez. Una explicación plausible para ello la encontramos en Chang et al. (2006), quienes propusieron un modelo que recurre al aprendizaje implícito, basado en el error, para explicar la persistencia estructural (Bock y Griffin, 2000). En este tipo de aprendizaje destaca su naturaleza tácita, su inaccesibilidad a la conciencia y su conservación (Ferreira et al., 2008; Bock et al., 2007). En términos lingüísticos, por tanto, la tarea de *priming* estructural permite observar el producto de un aprendizaje implícito de elementos de la lengua que se distribuyen en forma secuencial —en la superficie— y se organizan en forma jerárquica —en la profundidad— (Ullman et al., 2020).

Asimismo, desde una perspectiva chomskiana, el componente central de la facultad del lenguaje es la sintaxis. En este sistema las

estructuras jerárquicas se relacionan a través de dependencias, las que permiten su propia organización. Más allá de este modelo teórico deductivo, diversas evidencias indican que esta organización tiene su realidad material en el cerebro humano, ya que, en efecto, pruebas de neuroimagen han demostrado que el procesamiento sintáctico implica principalmente regiones frontotemporales del hemisferio izquierdo (Friederici y Kotz, 2003; Berwick, Friederici, Chomsky y Bolhuis, 2013).

Este tipo de evidencias podrían explicar la preservación de la sintaxis a lo largo de la vida. Así, Tyler, Shafto, Randall, Wright, Marslen-Wilson y Stamatakis (2010), en un estudio que incluyó pruebas de resonancia magnética funcional, detectaron que el conocimiento sintáctico se mantenía, a pesar de las pérdidas de materia gris, en una tarea cuyos estímulos contemplaban frases normales, frases anómalas y cadenas de palabras no estructuradas. Esos hallazgos los llevan a concluir que la preservación del procesamiento sintáctico se debe al cambio de un sistema frontotemporal a una red funcional del lenguaje bilateral. En otras palabras, a pesar de un deterioro neuronal y, consecuentemente, cognitivo, se mantiene el conocimiento sintáctico.

### *Memoria procedimental*

El rendimiento en las tareas de memoria procedimental no se diferencia significativamente ( $\bar{x}$  jóvenes: 41.772; AM: 36.415) entre el grupo de jóvenes y el grupo de los AMS ( $t=0.360$ ;  $p=0,721$ ). Este hallazgo podría indicar que la memoria procedimental se preserva en los AMS.

Estos datos concuerdan con lo que reportan otras investigaciones (Nilsson, 2003; Burke y MacKay, 1997), aunque algunos estudios más recientes señalan diferencias respecto del funcionamiento de esta memoria en los AMS y en los jóvenes, sobre todo en lo que se refiere a las fases del aprendizaje en la memoria procedimental (Hubert et al., 2019). En efecto, algunos estudios señalan que los AMS que aprenden un nuevo procedimiento cognitivo pocas veces alcanzan el nivel de rendimiento de los jóvenes después de una cantidad similar de práctica, a pesar de manifestar un efecto de aprendizaje significativo que finalmente les permite alcanzar a los sujetos más jóvenes (Davis y Bernstein, 1992; Peretti, Danion, Gierski y Grangé, 2002).

En esta línea, también existen reportes de pruebas neuronales que permiten explicar estos hallazgos. Así, Hubert et al. (2019) caracterizaron los sustratos cerebrales implicados en el aprendizaje de un procedimiento cognitivo mediante la activación por tomografía de emisión de positrones (PET), utilizando la tarea *Tower of Toronto*. Estos investigadores detectaron un efecto en el aprendizaje de los AMS que se asocia a una red similar de regiones cerebrales al comienzo del aprendizaje (fase cognitiva).

Esta evidencia neurobiológica coincide con nuestros datos conductuales, lo que puede interpretarse como la preservación en el funcionamiento de la memoria procedimental a través de la vida. No obstante, cabe señalar que nuestros datos también dan cuenta de una alta variabilidad, tanto en los valores de la desviación estándar (jóvenes=31,890; AMS=73,763) como en los coeficientes de variación (jóvenes=76.34 %; AMS 202.19 %). Esta variabilidad intergrupala ha sido observada en otras investigaciones, pero no se ha explicado teóricamente.

### *Manipulación de la información sintáctica*

La comparación de medias en el rendimiento de la tarea de manipulación de la información sintáctica entre ambos grupos indicó que no existe diferencia significativa ( $W=531.0$ ;  $p=.051$ ;  $d=.221$ ) entre ambos grupos, e incluso ambos grupos mostraron un alto rendimiento (Jóvenes=52.87; AMS=51.31). Este resultado se aparta de nuestra hipótesis y da cuenta de que, para los AM, la concordancia, a pesar del número de elementos intervinientes entre sujeto y verbo, no reviste un coste de recursos cognitivos mayor que aquel que demanda a los jóvenes. Ahora bien, esta evaluación a partir del enfoque de memoria (Gibson, 1998, 2000) es una medida *off line*. En otras palabras, los AM y los jóvenes procesan la concordancia y no se diferencian en términos de la comprensión de los enunciados, vale decir, que el índice de velocidad de procesamiento que se ralentiza en la vejez no fue medido.

Estos resultados, por un lado, indican que el procesamiento sintáctico persiste en la vejez y, por otro lado, abren la interrogante respecto de cuáles son los procesos cognitivos asociados a este fenómeno, pues —como se vio anteriormente— no parece estar relacionado directamente con los cambios en la memoria de trabajo.

### *Memoria de trabajo*

Por su parte, en la comparación de medias en MT, el puntaje en el grupo de jóvenes, frente al grupo de adultos mayores, es mayor ( $\bar{x}$  jóvenes=16.10; AM=14,14), siendo esta una diferencia significativa ( $U=608,500$ ;  $p=0,004$ ;  $r=0,399$ ). Nuestro resultado coincide con la evidencia empírica, que ha dado cuenta profusamente de una disminución en la capacidad de almacenamiento de información lingüística (Kemper, 1987; Zurif, Swinney, Prather, Wingfield y Brownell, 1995; Stine-Morrow, Ryan y Leonard, 2000; Waters y Caplan, 2005; Véliz et al., 2013; Van Boxtel y Lawyer, 2021) y no lingüística (Naveh-Benjamin et al., 2007; Gilchrist et al., 2008; Abrams y Farrel, 2010; Warren et al., 2018) en la vejez normal. En consecuencia, se podría interpretar que un rendimiento menor en la prueba de dígitos inversos y de secuenciación en los AMS se debe a que esta tarea implica procesos paralelos y, por tanto, requiere una mayor implicación de los recursos del ejecutivo central. Sin embargo, a los efectos del rendimiento de esta memoria en las personas mayores, en el procesamiento de oraciones, esta parecería no influir.

Esto coincide con el estudio realizado por Véliz de Vos, Riffo, Salas-Herrera y Roa-Ureta (2018), en el que se aborda la interferencia del peso de la memoria y su incidencia durante la lectura y comprensión de oraciones de estructuras complejas (ecuacional de objeto) en adultos mayores. Los autores interpretan los resultados *off line* (post interpretativos) a partir de la habilidad sintáctica adquirida por los adultos mayores a lo largo de la vida, hecho que les permite procesar sintácticamente las oraciones y comprenderlas a pesar del declive de la MT.

El análisis de los autores se condice con el enfoque conexionista, que sitúa la experiencia como un elemento pivotante para el procesamiento del lenguaje (MacDonald y Christianse, 2002). En otras palabras, los años de exposición al lenguaje —tanto en comprensión como en producción— facilita el desempeño en las tareas lingüísticas (a pesar de la ralentización), pues los AMS poseen una memoria residual sobre estructuras sintácticas (Véliz de Vos et al., 2018, 2013). De hecho, los participantes del estudio que se reporta en este artículo poseen una educación formal igual y/o superior a 12 años, lo que les confiere riqueza lingüística.

Los resultados también contribuyen a la evidencia neurocognitiva respecto de la plasticidad cerebral con la que cuentan las personas adultas para sortear la variación cognitiva que experimentan respecto de los jóvenes (Véliz de Vos et al., 2018).

## Conclusión

El objetivo de este estudio era examinar si la variación en el desempeño del procesamiento sintáctico en las personas mayores se puede describir en función de un deterioro diferenciado de la memoria de trabajo y la memoria procedimental en los dos componentes que se articulan durante el procesamiento: almacenamiento y manipulación de la información sintáctica.

Los resultados del análisis comparativo nos permitieron determinar que no existe una diferencia significativa entre ambos grupos en las tareas de almacenamiento sintáctico y en la tarea de memoria procedimental. Y, contrario a nuestras predicciones, se encontró una diferencia significativa en la tarea de manipulación de la información sintáctica. Por otro lado, el análisis correlacional nos permitió determinar que existe una correlación entre el almacenamiento sintáctico y la memoria procedimental con un tamaño de efecto moderado y que no existe correlación entre la manipulación de la información sintáctica y la memoria de trabajo.

En este marco, ambos análisis nos permitieron observar que los AMS no manifestaron dificultades en tareas que están relacionadas con el procesamiento sintáctico. La evidencia nos señala que, con independencia de la edad de los sujetos, el procesamiento sintáctico se preservaría, dada su relación con la MP (Ullman, 2016), y que la retención e integración de la información léxica dispuesta linealmente en una oración no es relevante para el procesamiento sintáctico y que este se asociaría a un fenómeno propio del procesamiento de jerarquías y dependencias estructurales. Desde esta perspectiva, nuestros resultados contribuyen a la discusión psicolingüística sobre el procesamiento del lenguaje, las memorias y el envejecimiento, y, desde una perspectiva teórica, aportan cierta evidencia empírica al modelo lenguaje dual propuesto por Ullman (2016).

Ahora bien, una de las limitaciones de nuestro estudio radica en que el grupo etario seleccionado tiene entre 65 y 75 años de edad, y la

literatura indica que los mayores cambios se producirían a partir de los 80 años de edad. Asimismo, debiese equilibrarse el número de hombres y mujeres que integren la muestra, pues en algunas tareas destacan las mujeres y en otras, los hombres. Otro sesgo de la investigación son los años de educación formal y, por lo tanto, riqueza lingüística de los participantes.

Asimismo, en una siguiente investigación podría evaluarse la memoria de trabajo con pruebas de memoria verbal lingüística, así como considerar el índice de velocidad de procesamiento (=IVP). El primero porque estaría asociado al funcionamiento del lenguaje en sí mismo y los resultados podrían variar, dado que sería menor la demanda de recursos para el bucle fonológico (Baddeley, 2003). El segundo, porque está documentado que el IVP disminuye durante el envejecimiento y su medición podría entregar mayor claridad respecto de la ralentización en el proceso.

## Referencias bibliográficas

- Abbuhl, R., Gass, S., y A. Mackey (2013). Experimental research design. *Research methods in linguistics*, 116-134.
- Abrams, L., y M. Farrell (2010). Language Processing. En *Normal Aging from: The Handbook of Psycholinguistic and Cognitive Processes, Perspectives in Communication Disorders*, 49-73. Routledge.
- Alfaro Faccio, P. (2015). *Relaciones entre la complejidad sintáctica y la memoria procedimental durante los primeros años de escolarización* (Tesis de Doctorado, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso). Repositorio Institucional, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Anderson, M. C., Bjork, R. A., y E. L. Bjork (1994). Remembering can cause forgetting: retrieval dynamics in long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(5), 1063.
- Bäckman, L., & Nilsson, L. G. (1985). Prerequisites for lack of age differences in memory performance. *Experimental Aging Research*, 11(2), 67-73.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.

- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, 20(4), R136-R140.
- Baddeley, A. (2019). Working memory and conscious awareness. En *Theories of memory* (pp. 11-28). Psychology Press.
- Baddeley, A. D., y G. Hitch (1974). Working memory. En *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic press.
- Bastin, C., y M. Van der Linden (2006). The effects of ageing on the recognition of different types of associations. *Experimental Aging Research*, 32, 61-77.
- Baumann, P. (2014). Dependencies and hierarchical structure in sentence processing. En *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*. Evanston, IL.
- Bello-Lepe, S., Alonso-Sánchez, M. F., Ortega, A., Gaete, M., Veliz, M., Lira, J., y C. P. P. Salas (2020). Montreal cognitive assessment as screening measure for mild and major neurocognitive disorder in a Chilean population. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra*, 10(3), 105-114.
- Benítez-Burraco, A., y O. Ivanova (2023). Revisiting the hypothesis of language retrogenesis from an evolutionary perspective. *Neuropsychology*, 37(5), 501-518. doi:10.1037/neu0000886
- Berwick, R. C., Friederici, A. D., Chomsky, N., y J. J. Bolhuis (2013). Evolution, brain, and the nature of language. *Trends in cognitive sciences*, 17(2), 89-98.
- Biran, M., Gvion, A., y S. Shmueli-Samuel (2023). Language in healthy ageing: A comparison across language domains. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 75(2), 90-103. doi:10.1159/000527005
- Bock, J. K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, 18(3), 355-387. doi:10.1016/0010-0285(86)90004-6
- Bock, J. K., y Z. M. Griffin (2000). The persistence of structural priming: Transient activation or implicit learning? *Journal of experimental psychology: General*, 129(2), 177- 192.
- Bock, J. K., Dell, G. S., Chang, F., y K. H. Onishi (2007). Persistent structural priming from language comprehension to language production. *Cognition*, 104(3), 437-458.

- Branigan, H. P., y M. J. Pickering (2017). An experimental approach to linguistic representation. *Behavioral and Brain Sciences*, 40, 1-61. doi:10.1017/S0140525X16002028
- Bulut, T., Cheng, S. K., Xu, K. Y., Hung, D. L., y D. H. Wu (2018). Is there a processing preference for object relative clauses in Chinese? Evidence from ERPs. *Frontiers in Psychology*, 9, 995. doi:10.3389/fpsyg.2018.00995
- Burke, D. M., y D. G. MacKay (1997). Memory, language, and ageing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 352(1363), 1845-1856. doi:10.1098/rstb.1997.0170
- Burke, D. M., y M. A. Shafto (2004). Aging and language production. *Current directions in psychological science*, 13(1), 21-24.
- Campbell, K. L., Samu, D., Davis, S. W., Geerligs, L., Mustafa, A., y L. K. Tyler (2016). Robust resilience of the frontotemporal syntax system to aging. *Journal of Neuroscience*, 36(19), 5214-5227.
- Chang, F., Dell, G. S., y K. Bock (2006). Becoming syntactic. *Psychological Review*, 113(2), 234-272. doi:10.1037/0033-295X.113.2.234
- Chomsky, N. (1970). Reading, writing, and phonology. *Harvard educational review*, 40(2), 287-309.
- Chomsky, N. (1995). Language and nature. *Mind*, 104(413), 1-61.
- Chomsky, N. (2013a). Problems of projection. *Lingua*, 130, 33-49. doi:10.1016/j.lingua.2012.12.003
- Chomsky, N. (2013b). *What is language and why does it matter? Paper presented at the 19 ICL*. International Congress of Linguists. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11976/63>
- Chomsky, N. (2016). Minimal computation and the architecture of language. *Chinese Semiotic Studies*, 12(1), 13-24. doi:10.1515/css-2016-0003
- Cowan, N., Naveh-Benjamin, M., Kilb, A., y J. S. Saults (2006). Life-span development of visual working memory: When is feature binding difficult? *Developmental Psychology*, 42, 1089-1102.
- Daselaar, S. M., Rombouts, S. A., Veltman, D. J., Raaijmakers, J. G., y C. Jonker (2003). Similar network activated by young and old adults during the acquisition of a motor sequence. *Neurobiology of aging*, 24(7), 1013-1019. doi:10.1055/s-0035-1555115



- Davis, G. A., y H. E. Ball (1989). Effects of age on comprehension of complex sentences in adulthood. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 32(1), 143-150.
- Davis, H. P y Bernstein, P.A. (1992): Age-related changes in explicit and implicit memory. In: Squire LR, Butters N, editors. *Neuropsychology of Memory*, 2nd ed. New-York: The Guilford Press. pp. 249-261.
- DeDe, G., Caplan, D., Kemtes, K., y G. Waters (2004). The relationship between age, verbal working memory, and language comprehension. *Psychol. Aging*, 19, 601-616.
- De Wit, L., Kessels, R., Kurasz, A., Amofa, P., O'Shea, D., Marsiske, M., y G. Smith (2023). Declarative Learning, Priming, and Procedural Learning Performances comparing Individuals with Amnesic Mild Cognitive Impairment, and Cognitively Unimpaired Older Adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 29(2), 113-125. doi:10.1017/S1355617722000029
- Ferreira, V. S., Bock, K., Wilson, M. P., y N. J. Cohen (2008). Memory for syntax despite memory amnesia. *Psychological Science*, 19(9), 940-946. doi:10.1111/j.1467-9280.2008.02180.x. Memory
- Frey, B. B. (Ed.). (2021). *The SAGE Encyclopedia of Research Design*. SAGE Publications
- Friederici, A. D., y S. A. Kotz (2003). The brain basis of syntactic processes: functional imaging and lesion studies. *Neuroimage*, 20, S8-S17.
- Gibson, E. (1998). Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies. *Cognition*, 68(1), 1-76. doi:10.1016/S0010-0277(98)00034-1
- Gibson, E. (2000). The dependency locality theory: A distance-based theory of linguistic complexity. En Y. Miyashita, A. Marantz y W. O'Neil (Eds.), *Image, language, brain: Papers from the First Mind Articulation Project Symposium* (pp. 95-126). The MIT Press.
- Gilchrist, A. L., Cowan, N., y M. Naveh-Benjamin (2008). Working memory capacity for spoken sentences decreases with adult ageing: Recall of fewer but not smaller chunks in older adults. *Memory*, 16(7), 773-787.
- Grégoire, J., & Van der Linden, M. (1997). Effect of age on forward and backward digit spans. *Aging, neuropsychology, and cognition*, 4(2), 140-149.

- Guasti, M. T. (2017). *Language acquisition: The growth of grammar*. MIT press.
- Hamrick, P., Lum, J. A., y M. T. Ullman (2018). Child first language and adult second language are both tied to general-purpose learning systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(7), 1487-1492.
- Hardy, S. M., Messenger, K., y E. A. Maylor (2017). Aging and syntactic representations: Evidence of preserved syntactic priming and lexical boost. *Psychology and aging*, 32(6), 588 - 596.
- Hardy, S. M., Segaert, K., y L. Wheeldon (2020). Healthy aging and sentence production: Disrupted lexical access in the context of intact syntactic planning. *Frontiers in Psychology*, 11, 257-276.
- Hardy, S. M., Wheeldon, L., y K. Segaert (2019). Structural priming is determined by global syntax rather than internal phrasal structure: Evidence from young and older adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 46(4), 720-740.
- Heyselaar, E., Wheeldon, L., y K. Segaert (2021). Structural priming is supported by different components of nondeclarative memory: Evidence from priming across the lifespan. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 47(5), 820-837.
- Hsu, C.-C., y J.-Y. Chen (2013). How linear distance and structural distance affect the processing of gap-filler dependencies in head-final relative clauses. En Z. Jing-Schmidt (Ed.), *Increased Empiricism: Recent Advances in Chinese Linguistics* (pp. 247-270). John Benjamins Publishing Company. doi:10.1075/scld.2.12hsu
- Hubert, V., Beaunieux, H., Chételat, G., Platel, H., Landeau, B., Viader, F., y F. Eustache (2009). Age-related changes in the cerebral substrates of cognitive procedural learning. *Human brain mapping*, 30(4), 1374-1386.
- Just, M. A., y P. A. Carpenter (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, pp. 122-149.
- Kemper, S. (1987). Life-span changes in syntactic complexity. *Journal of Gerontology*, 42(3), 323-328.

- Kemper, S., & Kemtes, K. A. (1999). Limitations on syntactic processing. In *Constraints on language: Aging, grammar, and memory* (pp. 79-105). Boston, MA: Springer US.
- Kemper, S., Ruth, H., y L. Cindy, 2003. Age differences in Sentences Production. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 58B, 260-268.
- Leivada, E., Kambanaros, M., y K. K. Grohmann (2017). The locus preservation hypothesis: shared linguistic profiles across developmental disorders and the resilient part of the human language faculty. *Frontiers in Psychology*, 8, 1765-1779. doi:10.3389/fpsyg.2017.01765
- Light, L. L. (1990). Interactions between memory and language in old age. *Handbook of the psychology of aging*, 275-290.
- Liu, X., y W. Wang (2019). The effect of distance on sentence processing by older adults. *Frontiers in Psychology*, 10, 2455-1469
- Lopopolo, A., Frank, S. L., Van Den Bosch, A., y R. Willems (2019). Dependency parsing with your eyes: Dependency structure predicts eye regressions during reading. En *Proceedings of the workshop on cognitive modeling and computational linguistics* (pp. 77-85). Association for Computational Linguistics
- Love, T., Walenski, M., y D. Swinney (2009). Slowed speech input has a differential impact on on-line and off-line processing in children's comprehension of pronouns. *Journal of psycholinguistic research*, 38(3), 285-304.
- Lum, J. A., Gelgic, C., & Conti-Ramsden, G. (2010). Procedural and declarative memory in children with and without specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 45(1), 96-107
- Lum, J. A., Ullman, M. T., y G. Conti-Ramsden (2015). Verbal declarative memory impairments in specific language impairment are related to working memory deficits. *Brain and Language*, 142, 76-85.
- MacDonald, M. C., y M. H. Christiansen (2002). Reassessing working memory: Comment on Just and Carpenter (1992) and Waters and Caplan (1996). *Psychological Review*, 109(1), 35-54. doi:10.1037/0033-295X.109.1.35
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.

- Naveh-Benjamin, M., Cowan, N., Kilb, A., y Z. Chen (2007). Age-related differences in immediate serial recall: Dissociating chunk formation and capacity. *Memory & Cognition*, 35, 724-737.
- Nilsson, L. G. (2003). Memory function in normal aging. *Acta Neurologica Scandinavica*, 107, 7-13.
- Nissen, M. J., y P. Bullemer (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive psychology*, 19(1), 1-32.
- O' Grady, W., Lee, M., & Choo, M. (2003). A subject-object asymmetry in the acquisition of relative clauses in Korean as a second language. *Studies in Second language acquisition*, 25(3), 433-448.
- Pearlmutter, N. J. (2000). Linear versus hierarchical agreement feature processing in comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 29(1), 89-98.
- Peelle, J. E. (2019). Language and aging. *The Oxford handbook of neurolinguistics*, 10, 1-21.
- Peretti, C. S., Danion, J. M., Gierski, F., & Grangé, D. (2002). Cognitive skill learning and aging a component process analysis. *Archives of clinical neuropsychology*, 17(5), 445-459.
- Pickering, M. J., y V. S. Ferreira (2008). Structural priming: A critical review. *Psychological Bulletin*, 134(3), 427-459. doi:10.1037/0033-2909.134.3.427
- Poullisse, C., Wheeldon, L., y K. Segaert (2019). Evidence against preserved syntactic comprehension in healthy aging. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45(12), 2290-2308. doi:10.1101/299883
- Rabaglia, C. D., y T. A. Salthouse (2011). Natural and constrained language production as a function of age and cognitive abilities. *Language and Cognitive Processes*, 26(10), 1505-1531. doi:10.1080/01690965.2010.507489
- Rispens, J., y V. S. de Amesti (2017). What makes syntactic processing of subject-verb agreement complex? The effects of distance and additional agreement features. *Language Sciences*, 60, 160-172.
- Scimeca, J. M., y D. Badre (2012). Striatal contributions to declarative memory retrieval. *Neuron*, 75(3), 380-392.
- Sevilla, Y., Jaichenco, V. y Raiter, A. ( 2005). ¿Dónde está el priming sintáctico y quién lo ha visto? Acceso a las propiedades

- sintácticas de los verbos en el curso de la producción de oraciones. Actas del X Congreso de la Sociedad Argentina de Lingüística. SAL y Universidad Nacional de Salta.
- Sevilla, Y., Jaichenco, V., Wilson, M., y A. Raiter (2008). Priming sintáctico en la producción de oraciones en español: acerca de la representación sintáctica de los verbos. *RLA. Revista de lingüística teórica y aplicada*, 46(2), 11-27.
- Shafto, M. A., y L. K. Tyler (2014). Language in the aging brain: The network dynamics of cognitive decline and preservation. *Science*, 346(6209), 583-587.
- Stine-Morrow, E. Ryan, S. y Leonard, J. (2000). Age differences in on-line syntactic processing. *Experimental aging research*, 26(4), 315-322. doi:10.1080/036107300750015714
- Tagarelli, K. M., Shattuck, K. F., Turkeltaub, P. E., y M. T. Ullman (2019). Language learning in the adult brain: A neuroanatomical meta-analysis of lexical and grammatical learning. *NeuroImage*, 193, 178-200.
- Tamayo, F., Casals-Coll, M., Sánchez-Benavides, G., Quintana, M., Manero, R. M., Rognoni, T., y J. Peña-Casanova (2012). Spanish normative studies in a young adult population (NEURONORMA young adults project): Guidelines for the span verbal, span visuo-spatial, Letter-Number Sequencing, Trail Making Test and Symbol Digit Modalities Test. *Neurología (English Edition)*, 27(6), 319-329.
- Tesnière, L. (1959). *Elements of structural syntax*. John Benjamins Publishing Company.
- Tyler, L. K., Shafto, M. A., Randall, B., Wright, P., Marslen-Wilson, W. D., y E. A. Stamatakis (2010). Preserving syntactic processing across the adult life span: the modulation of the frontotemporal language system in the context of age-related atrophy. *Cerebral Cortex*, 20(2), 352-364.
- Ullman, M. T. (2001a). The declarative/procedural model of lexicon and grammar. *Journal of psycholinguistic research*, 30(1), 37-69.
- Ullman, M. T. (2001b). The neural basis of lexicon and grammar in first and second language: The declarative/procedural model. *Bilingualism: Language and cognition*, 4(2), 105-122.
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition*, 92(1-2), 231-270.

- Ullman, M. T. (2005). A cognitive neuroscience perspective on second language acquisition: The declarative/procedural model. En C. Sanz (Ed.), *Mind and context in adult second language acquisition: Methods, theory, and practice*. Georgetown University Press.
- Ullman, M. T. (2015). The declarative/procedural model: A neurobiologically-motivated theory of first and second language. En B. VanPatten y J. Williams (Eds.), *Theories in second language acquisition* (2da ed., pp. 135-158). Routledge.
- Ullman, M. T., & Pullman, M. Y. (2015). A compensatory role for declarative memory in neurodevelopmental disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 51, 205-222.
- Ullman, M. T. (2016). The declarative/procedural model: a neurobiological model of language learning, knowledge, and use. En G. Hickok y S. L. Small (Eds.), *Neurobiology of language* (pp. 953-968). Academic Press.
- Ullman, M. T., Earle, F. S., Walenski, M., y K. Janacsek (2020). The neurocognition of developmental disorders of language. *Annual review of psychology*, 71, 389-417.
- Van Boxtel, W., y L. Lawyer (2021). Sentence comprehension in ageing and Alzheimer's disease. *Language and Linguistics Compass*, 15(6), e12430. doi:10.1111/lnc3.12430
- Véliz de Vos, M. M., Riffo, B., Hernández, M., Sáez, Y., y K. Sáez (2013). Oraciones producidas por adultos mayores y adultos jóvenes en una situación controlada. *Onomázein*, (27), 241-257.
- Véliz de Vos, M. M., Riffo, B., Salas-Herrera, J. L., y R. Roa-Ureta (2018). Procesamiento de oraciones ecuacionales en español: efectos de la edad, memoria operativa, complejidad sintáctica y una carga de memoria concurrente. *Alpha* (Osorno), (46), 175-197. doi:10.4067/S0718-22012018000100175
- Véliz de Vos, M. M., Riffo, B., y A. Vásquez (2009). Recuerdo inmediato de oraciones de sintaxis compleja en adultos jóvenes y mayores. *Estudios filológicos*, (44), 243-258. doi:10.4067/S0071-17132009000100015
- Ward, E. V., y D. R. Shanks (2018). Implicit memory and cognitive aging. *Psychology*, Oxford Research Encyclopedias. doi:10.1093/acrefore/9780190236557.013.378
- Ward, E. V., Berry, C. J., Shanks, D. R., Moller, P. L., y E. Czsiser (2020). Aging Predicts Decline in Explicit and Implicit Memory:

- A Life-Span Study. *Psychological Science*, 31(9), 1071-1083. doi:10.1177/0956797620927648
- Warren, D. E., Rubin, R., Shune, S., y M. C. Duff (2018). Memory and language in aging: How their shared cognitive processes, neural correlates, and supporting mechanisms change with age. En M. Rizzo, S. Anderson, y B. Fritzsche (Eds.), *The Wiley handbook on the aging mind and brain* (pp. 270-295). Wiley Blackwell. doi:10.1002/9781118772034.ch14
- Wasow, T. (2002). *Postverbal behavior*. CSLI Publications.
- Waters, G. S., y D. Caplan (2005). The relationship between age, processing speed, working memory capacity, and language comprehension. *Memory*, 13, 403-413.
- Yadav, H., Vaidya, A., Shukla, V., y S. Husain (2020). Word Order Typology Interacts With Linguistic Complexity: A Cross-Linguistic Corpus Study. *Cognitive science*, 44(4), e12822. doi:10.1111/cogs.12822
- Ziegler, J., Bencini, G., Goldberg, A., y J. Snedeker (2019). How abstract is syntax? Evidence from structural priming. *Cognition*, 193, 104045.
- Zurif, E., Swinney, D., Prather, P., Wingfield, A., y H. Brownell (1995). The allocation of memory resources during sentence comprehension: evidence from the elderly. *Journal of Psycholinguistic Research*, 24, 165-182. doi:10.1007/bf02145354