

Lenguaje y envejecimiento. Discusión acerca del deterioro/preservación de la sintaxis en los adultos mayores

**Language and
Aging. Discussion
of Syntax Impairment/
Preservation in Older
Adults**

**Linguagem e
envelhecimento.
Discussão sobre a
deterioração/preservação
da sintaxe em idosos**

Eugenia Marta Rivieri* <https://orcid.org/0000-0002-9636-4014>



Para citar este artículo

Rivieri, E. M. (2023). Lenguaje y envejecimiento: discusión acerca del deterioro/preservación de la sintaxis en los adultos mayores. *Folios* (57). <https://doi.org/10.17227/folios.57-14050>

Artículo recibido
17/06/2021

Artículo aprobado
16/08/2021

* Magíster, becaria Doctorado Nacional ANID 2019 n° 21190149. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
Correo: eugenia.rivieri@mail.pucv.cl

Resumen

El estudio del procesamiento sintáctico en la vejez ha sido abordado, fundamentalmente, a partir de dos enfoques: uno basado en la memoria y otro basado en estructura y jerarquía, donde el primero está vinculado a la memoria de trabajo y el segundo a la habilidad sintáctica. Las evidencias respecto de este procesamiento durante el envejecimiento son divergentes pues unas sostienen que la dificultad para procesar oraciones con complejidad sintáctica se debe a la disminución de la capacidad de almacenamiento y retención de la memoria de trabajo; mientras que otras sostienen que, si bien se ralentiza el proceso, la habilidad sintáctica se preserva. El foco del fenómeno radica en que algunos autores ignoran en el procesamiento las distancias estructurales –nodos sintácticos- y solo consideran en la distancia sintáctica la dependencia de dos elementos (pronombre/referente); esto abre un debate respecto de los sistemas de memoria a la base del procesamiento sintáctico. En este marco el objetivo de este artículo de reflexión es discutir estas dos aproximaciones teóricas e identificar las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos a la hora de explicar el fenómeno.

Palabras clave

envejecimiento; sintaxis; memoria de trabajo; memoria procedimental; autonomía de la sintaxis

Abstract

The study of syntactic processing in old age has been approached mainly from two accounts: one based on memory and the other based on structure and hierarchy. The former is linked to working memory and the latter to a syntactic ability. Some argue that the difficulty in processing sentences with syntactic complexity is due to a decrease in the storage and retention capacity of working memory, while others argue that although the process slows down, the syntactic ability is preserved. The focus of the phenomenon lies in the fact that some authors ignore structural distances - syntactic nodes - in processing and only consider in the syntactic distance the dependency of two elements (pronoun/referent). This opens a debate about the memory systems at the basis of syntactic processing. In this framework, this reflection paper aims to discuss these two theoretical approaches and identify the advantages and limitations of each of them in explaining the phenomenon.

Keywords

ageing; syntax; working memory; procedural memory; syntax autonomy

Resumo

O estudo do processamento sintático na velhice tem sido abordado, fundamentalmente, a partir de dois enfoques: um deles baseado na memória e outro baseado na estrutura e hierarquia. Onde o primeiro está vinculado à memória de trabalho e o segundo à habilidade sintática. As evidências a respeito desse processamento durante o envelhecimento são divergentes pois uma sustenta que a dificuldade para processar orações com complexidade sintática se deve à diminuição da capacidade de armazenamento e retenção da memória de trabalho; enquanto as outras sustentam que, se bem se retarda o processo, a habilidade sintática se preserva. O foco do fenômeno radica em que alguns autores ignoram no processamento as distâncias estruturais -nós sintáticos- e só consideram na distância sintática a dependência de dois elementos (pronomes/referentes); isto, abre um debate respeito dos sistemas de memória à base do processamento sintático. Neste marco o objetivo deste artigo de reflexão é discutir essas duas aproximações teóricas e identificar as vantagens e limitações de cada uma delas na hora de explicar o fenômeno.

Palavras-chave

envelhecimento; sintaxe; memória de trabalho; memória procedimental; autonomia da sintaxe

Introducción

La producción y comprensión de una frase es una tarea compleja que implica la coordinación de múltiples mecanismos cognitivos y neuronales, los cuales se ven afectados a medida que se envejece (Mody, 2017). En efecto, cambios como una reducción generalizada del volumen de materia gris (Good *et al.*, 2001) y una disminución de la capacidad de la memoria de trabajo (Caplan y Waters, 2005) presentan desafíos para el procesamiento del lenguaje durante el envejecimiento.

En el caso del procesamiento sintáctico, las evidencias muestran un deterioro en el procesamiento de oraciones sintácticamente complejas, como aquellas que cuentan con relaciones de dependencia cuyas distancias sintácticas son largas y que involucran, por ejemplo, oraciones relativas (Liu y Wang, 2019; Véliz *et al.*, 2010; 2013). A pesar del consenso respecto del declive, no existe acuerdo respecto del porqué de este fenómeno.

Algunos estudios señalan que el declive en el procesamiento de la complejidad sintáctica en la vejez está relacionado con la disminución de la capacidad de almacenamiento y el decrecimiento del índice de velocidad de procesamiento de la memoria de trabajo (Caplan & Waters, 2005; Kemtes y Kemper, 1997; Véliz *et al.*, 2010), mientras que los estudios respecto de su preservación parecen estar asociados a la memoria procedimental (Bock, 1986; Liu y Wang, 2019;). Dicho en otras palabras, por un lado, investigaciones desarrolladas sobre el fenómeno señalan que la retención y recuperación de la información sintáctica disminuye a medida que se envejece, por lo cual el procesamiento sintáctico se vería ralentizado y simplificado; por otro, la habilidad cognitiva vinculada a procedimientos relacionados con la combinación de elementos en estructuras complejas que tienen relaciones de precedencia (secuenciales) y de jerarquía, como la habilidad sintáctica, se preserva. En resumen, a pesar de los múltiples estudios respecto del deterioro de la comprensión y producción de oraciones complejas durante el envejecimiento, aún no existe claridad respecto de si este declive es el resultado de

un deterioro de la habilidad sintáctica o de la memoria de trabajo (Davidson, 2003; Liu y Wang, 2019).

En este marco, este artículo se propone discutir ambas aproximaciones e identificar ventajas y limitaciones de cada una. Para ello, se expondrán algunas características de la cognición durante el envejecimiento, principalmente la variación en los sistemas de memoria y su repercusión en el funcionamiento de la lengua; luego, se presentarán los dos enfoques con los que se ha explicado el deterioro y la preservación del procesamiento sintáctico y se los pondrá en relación, a fin de identificar sus ventajas y limitaciones.

Envejecimiento, sistemas de memoria y lenguaje

El estudio del procesamiento sintáctico ha sido abordado, principalmente, desde dos perspectivas (Bulut *et al.*, 2018; Pozniak *et al.*, 2017): una basada en un enfoque de memoria (Chen *et al.*, 2005; Gibson, 1998; 2000; Ness *et al.*, 2017) y la otra, en el procesamiento de estructuras (Baumann, 2014; Hawkins, 1999; 2004). La primera está vinculada específicamente a la memoria de trabajo, y la segunda, a una habilidad cognitiva que estaría asociada a aprendizajes de secuencias, reglas y patrones —como la habilidad sintáctica— que estaría relacionada con la memoria procedimental, según el modelo neurocognitivo propuesto por Ullman (2001a, b; 2004; 2005; 2016). De acuerdo con este autor, la memoria declarativa y la procedimental están en la base del procesamiento del lenguaje y se asocian con el léxico y la gramática mental, respectivamente.

Ahora bien, durante el envejecimiento se produce un deterioro cognitivo (Mather, 2010) que repercute en el funcionamiento del lenguaje (Warren *et al.*, 2018) ya que este requiere de la coordinación de diversos procesos cognitivos básicos. Uno de ellos es el sistema de memorias, como demuestran evidencias obtenidas desde diferentes enfoques cognitivos (Baddeley, 2003; Baddeley y Hitch, 1974; Reber, 1989; Schank, 1980) y psicolingüísticos (Kintsch, 1988). En síntesis, para discutir

sobre la preservación y el declive del procesamiento sintáctico es preciso referirse a las variaciones de estos sistemas durante la vejez.

Memoria de trabajo

La memoria de corto plazo es la encargada del almacenamiento y la manipulación de información durante el breve periodo de tiempo necesario para realizar alguna actividad cognitiva o motora, pero también incluye en su estructura aspectos relacionados con el lenguaje. Al respecto, el clásico modelo de Baddeley y Hitch (1974) y su actualización (Baddeley, 2003) proponen que el procesamiento de la información y las estructuras que lo permiten (es decir, la memoria operativa) se compone, al menos, de cuatro subsistemas: el bucle fonológico, relacionado con la información verbal y acústica; la agenda visoespacial, que proporciona su equivalente visual; ejecutivo central, sistema de control atencional del que dependen los subsistemas anteriores; y el *buffer* episódico, que procesa información multimodal proveniente de la memoria episódica.

Es así como la memoria de trabajo está asociada con la adquisición y desarrollo de la lengua tanto en términos léxicos como de sintaxis- ya que está implicada en el aprendizaje del vocabulario el cual conlleva la secuenciación de las propiedades fonológicas del lenguaje: las unidades categóricas, la estructura de las sílabas y las secuencias fonotácticas (Warren *et al.*, 2018). Además, el aprendizaje del discurso implica la secuenciación de las unidades léxicas del idioma: cláusulas y colocaciones (Ellis, 1996). Vale decir que, en términos generales, la memoria de trabajo tiene que ver con los tipos de procesos mentales que intervienen cuando la información se retiene durante un período de segundos a minutos. Es así que esta representa un almacén de capacidad limitada para retener información a corto plazo (retención) sobre la cual se realizan operaciones mentales. En relación con el desarrollo de la memoria de trabajo durante el envejecimiento, esta se ve deteriorada, lo que redundará en una disminución en su capacidad de almacenamiento y, por lo tanto, afecta la eficiencia del procesamiento.

En lo que se refiere al deterioro en el procesamiento de la complejidad sintáctica en los adultos mayores saludables, este ha estado asociado con la disminución de la capacidad de almacenamiento y el decrecimiento del índice de velocidad de procesamiento de esta memoria (Kemper *et al.*, 2001; Kemper & Sumner, 2001; Rabaglia y Salthouse, 2011; Véliz *et al.*, 2010). Así, desde esta perspectiva, se interpreta que cuando se manifiestan fallas en el procesamiento sintáctico, se debe a un déficit en la memoria de trabajo. Por ejemplo, la dislexia se explica como una patología producida por un trastorno del desarrollo asociado con la reducción del almacenamiento de información verbal en la memoria de trabajo; en efecto, una menor capacidad de retención de la memoria de trabajo es uno de los criterios clínicos para el diagnóstico de esta condición (Ellis y Large, 1987; 1996). No obstante, también se ha observado que las personas con dislexia tienen menor rendimiento en tareas que involucran procesamiento sintáctico, como la comprensión escrita (Scarborough, 1991), lo que podría indicar que la dislexia sería un fenómeno que va más allá del procesamiento fonológico. Específicamente, esta asociación entre los déficits de procesamiento fonológico y la adquisición restringida de la sintaxis podría indicar que los problemas para identificar y aprender la secuenciación y la jerarquización de las unidades categoriales podría deberse a otro tipo de afección, distinta a las fallas en la memoria de trabajo (Ellis, 1996; Jiménez *et al.*, 2004).

En efecto, se han realizado estudios que sostienen que la habilidad sintáctica vinculada a procedimientos asociados con la combinación de elementos en estructuras complejas que tienen relaciones de precedencia (secuenciales) y de jerarquía se preserva (Davidson *et al.*, 2003; Liu y Wang, 2019).

Memoria declarativa

Desde los primeros modelos de memoria de largo plazo (Tulving, 1972) se introduce la idea de que sus aspectos declarativos pueden descomponerse en una memoria episódica y otra semántica. Así, los contenidos de la memoria episódica consisten en

recuerdos de experiencias personales vitales —sus circunstancias temporales, espaciales, emocionales y sus participantes— almacenadas y evocadas de forma explícita (Tulving, 1972; 1984), mientras que la memoria semántica almacena contenidos que permiten el uso del lenguaje, es decir, el conocimiento acerca de los significantes, los significados y sus referentes (Tulving, 1984), sin atender al contexto en que la información fue almacenada y sin conciencia de su recuperación.

Los cambios en la memoria declarativa son de los primeros en manifestarse después de los sesenta años (Warren *et al.*, 2018). De hecho, según algunos estudios (Jonker *et al.*, 2000; Schaie, 2005), la mitad de los adultos mayores se quejan por la disminución de la función de la memoria diaria en lo que se refiere a la información de episodios. En efecto, estos deterioros en la función de memoria declarativa episódica pueden contrastarse con la relativa preservación de los conocimientos bien establecidos y muy familiares, incluidos los semánticos e información autobiográfica, así como la memoria no declarativa o procedimental para habilidades practicadas cotidianamente.

En general, se ha observado que la memoria declarativa —en lo que refiere a la información recientemente aprendida— parece ser la habilidad de memoria más afectada en los adultos mayores. Por ejemplo, durante el envejecimiento, las personas tienen un rendimiento más pobre que los adultos jóvenes en las tareas de recuperación realizadas en laboratorio (la generación de la información estudiada) y las de reconocimiento (identificar la información estudiada), independientemente del tipo de estímulo al que son expuestos (Warren, 2018). También, los adultos mayores experimentan un declive en comparación con los adultos más jóvenes en tareas de memoria que implican estímulos comunes de laboratorio como palabras o pasajes de texto, ubicaciones espaciales, imágenes, rostros y actividades, así como ante estímulos más naturales, como artículos en una lista de compras o nombres de personas (Craik y Jennings, 1992). Asimismo, los adultos mayores también tienen menor rendimiento que los jóvenes cuando se realizan pruebas

de memoria que involucran detalles de contexto o información “fuente” (Cohen y Faulkner, 1989), es decir, dos o más fuentes posibles que fueron asociadas a la información cuando esta se conoció.

Formar recuerdos nuevos exige una función distintiva relacional de la memoria declarativa, ya que debe establecer rápidamente nuevas representaciones asociativas entre los individuos, elementos arbitrariamente relacionados con la experiencia, y podría suponerse que los déficits de memoria asociados con la edad podrían tener un correlato con el deterioro neuronal de la memoria declarativa (Warren *et al.*, 2018).

De acuerdo con esta perspectiva, los declives en la memoria declarativa y relacional producto de la edad, pueden atribuirse a los cambios en los aspectos celulares y volumétricos del hipocampo y de las estructuras del lóbulo temporal medio circundantes (Small *et al.*, 2011). La literatura sobre los cambios cerebrales relacionados con el envejecimiento muestra una reducción en el volumen del hipocampo y otras regiones cerebrales que comprenden un hipocampo cortical como las áreas más afectadas (Erickson *et al.*, 2011; Raz *et al.*, 2010).

Estos antecedentes brevemente expuestos respecto de los cambios en la memoria declarativa permitirían formular la hipótesis de que la memoria de trabajo tiene una correlación con la memoria declarativa y que más que un deterioro en lo que refiere a la memoria declarativa en sí misma, es la memoria de trabajo la que ralentiza los procesos debido a la disminución de su capacidad de almacenamiento y retención. En efecto, las tareas de recuperación, recuerdo y reconocimiento las pueden ejecutar, pero a otra velocidad y, en ocasiones, con pistas semánticas (Baddeley y Wilson, 2002; Braver *et al.*, 2008).

Memoria no declarativa

Contrario a los cambios que se presentan en la memoria declarativa a propósito del envejecimiento, hallazgos empíricos indican que la memoria no declarativa está bien preservada y que cualquier disminución es pequeña en relación con las reducciones

de la memoria declarativa (La Voie y Light, 1994; Warren, 2018). Si bien existen múltiples paradigmas experimentales para evaluar la memoria no declarativa, esta suele ser evaluada mediante tareas de *priming* –la presentación inicial de un estímulo (una palabra o una imagen) que influye en la rapidez o la precisión con que una persona procesa la presentación posterior de ese mismo estímulo—. En varios estudios se ha observado que los adultos mayores se desempeñan como los adultos jóvenes en una variedad de tareas de *priming* de repeticiones (Fleischman *et al.*, 2004), como las que implican completar un fragmento de palabras (Light *et al.*, 1986), decisión léxica acelerada (Balota y Ferraro, 1996) y generación de categorías (Light y Albertson, 1989).

De hecho, la preservación del comportamiento de la memoria no declarativa en los adultos mayores es parcialmente consistente con la evidencia de las neuroimágenes que muestran estabilidad volumétrica en las regiones asociadas con procesos no declarativos (Warren *et al.*, 2018). Así, las áreas corticales que participan en el procesamiento sensorial y el *priming* de repetición, como la corteza visual primaria, muestran poca pérdida de volumen a lo largo de la vida útil (Raz *et al.*, 2010). Por el contrario, las estructuras subcorticales, como los ganglios basales y el estriado, suelen disminuir de volumen con la edad (Walhovd *et al.*, 2005). Esta diferencia en los cambios volumétricos sugiere que el desempeño de tareas relacionado con las distintas regiones debería mostrar una diferencia similar; sin embargo, la evidencia empírica no aborda claramente esta especulación.

Por otro lado, los hallazgos de varios estudios de neuroimagen funcional en adultos mayores y de la memoria no declarativa están alineados con evidencias conductuales. Por ejemplo, Bäckman *et al.* (1997) y Fleischman *et al.* (2004), investigaron las diferencias entre los adultos jóvenes y mayores en una tarea no declarativa de *priming* de *word-stem completion*. Los resultados mostraron que no había efectos de edad en el desempeño de la tarea, y que tanto los adultos jóvenes como los mayores exhibían patrones similares de actividad cerebral en la corteza

extra-estriada. Esto es congruente con los resultados de neuroimagen de una tarea semántica de *priming* de repetición. En ella, tanto adultos jóvenes como mayores demostraron beneficios en el tiempo de respuesta basado en la repetición y mostraron patrones de activación del cerebro similares (Lustig y Buckner, 2004).

En cuanto a la memoria procedimental, esta se relaciona con la adquisición y el uso de varios tipos de habilidades de comportamiento, funciona a un nivel automático y su salida es no cognitiva. Además, la adquisición de la mayoría de las habilidades procedimentales (por ejemplo, caminar, nadar, montar en bicicleta) es gradual y lenta y el aprendizaje persiste en el tiempo (Burke y MacKay, 1997; Nilsson, 2003). En otras palabras, la mayoría de las personas pueden desempeñar una habilidad aprendida y no practicarla por años, pero podrá realizarla adecuadamente si se aboca a ella, vale decir, que para la memoria procedimental el olvido no es un problema.

En general, son relativamente pocas las investigaciones que han abordado la cuestión de cómo la memoria procedimental se ve afectada durante el envejecimiento (Nilsson, 2003). Incluso los datos existentes parecen evidenciar un panorama bastante variado. En algunos estudios (Schugens *et al.*, 1997) no se han observado efectos de edad, mientras que en otros sí (Wright y Payne, 1985; Davidson *et al.*, 2003). Respecto de estas evidencias inconsistentes o mixtas, Bäckman *et al.* (1997) sostienen que esto podría deberse a que las diferentes tareas de evaluación de la memoria procedimental en ocasiones también miden capacidades cognitivas distintas de la memoria procedimental, tales como componentes de memoria de trabajo, memoria episódica, habilidad visoespacial, razonamiento, etc. (Nilsson, 2003). Además, estos componentes son sensibles a la edad; en consecuencia, contaminan tareas procedimentales indicando déficits en edad avanzada que no se manifestarían si la tarea de memoria fuese netamente procedimental.

Una de las primeras investigaciones que reveló disociaciones y diferencias individuales respecto de la memoria procedimental fue la demostración

de que los pacientes amnésicos con poco o ningún recuerdo consciente pueden realizar a niveles normales tareas que implican a la memoria procedimental (Jacoby y Witherspoon, 1982; Warrington y Weiskrantz, 1968). En esa misma línea, Howard (1988) llegó a la conclusión de que las diferencias respecto de la edad eran comunes en las tareas episódicas y poco frecuentes en las procedimentales. Tampoco se han encontrado efectos de edad en eficiencia de la memoria procedimental, evaluada mediante la técnica del *priming* en tareas de decisión léxica, categorización semántica, lectura de texto transformado o degradado, la finalización de fragmentos de palabras, la identificación perceptiva y la denominación de imágenes (Mitchell, 1990; Warren, 2018).

En esta misma línea de razonamiento, cabe señalar que los estudios de neuroimagen revelan que la mayoría de las tareas procedimentales activan la corteza motora primaria (Cabeza y Nyberg, 2000), una estructura cerebral que se conserva relativamente bien en la vejez (Raz *et al.*, 1999; 2010). Sin embargo, en la medida en que la tarea de memoria procedimental utilizada implique la medición de otra memoria, como la de trabajo -que se deteriora con la vejez-, y que comprometa otras estructuras cerebrales afectadas por la edad, esta tarea particular puede señalar un déficit de edad (Nilsson, 2003).

Procesamiento sintáctico durante el envejecimiento

La variabilidad del deterioro de los sistemas de memoria durante el envejecimiento también se evidencia en el procesamiento sintáctico. Hardy *et al.* (2017; 2020) señalan que una de las características sobresalientes de este fenómeno es el deterioro en la producción de frases. En este marco, estudios empíricos indican que se registra una disminución en el procesamiento de la complejidad sintáctica de la lengua oral y escrita (Kemper y Sumner, 2001; Rabaglia *et al.*, 2011; Véliz *et al.*, 2010). Este fenómeno se adjudicó tradicionalmente a la disminución de la capacidad y eficiencia de la memoria de trabajo durante el envejecimiento, recurso cognitivo

fundamental para producir frases complejas. Desde este punto de vista, la memoria de trabajo afectaría el procesamiento de oraciones que requieren mayores operaciones sintácticas (Hardy *et al.*, 2017; 2020; Liu y Wang, 2019; Véliz *et al.*, 2010; 2013).

No obstante, a pesar de los numerosos estudios sobre el declive de la comprensión de las oraciones en los adultos mayores, aún no está claro si es el resultado de la disminución de la habilidad sintáctica o de la memoria de trabajo. La primera estaría asociada a un procesamiento basado en estructuras y jerarquías, y la segunda, a un enfoque de memoria. La diferencia fundamental entre ambos sería el rol que asignan a la jerarquía de la estructura sintáctica.

La divergencia se explicaría a partir de la forma como se define y se procesa la distancia sintáctica (véase la figura 1) entre elementos relacionados en una frase —sujeto y verbo/pronombre y referente, etc. a fin de poder comprender un enunciado. Por ejemplo, para procesar una oración de relativo como “Juan ayudó al hombre_i a quien el perro mordió_{t,i}”, el *filler* es el núcleo nominal (*hombre*) y la huella (indexada como t.i) es la posición vacía dentro de la cláusula que modifica al nombre de la cláusula principal. El nombre de la cláusula principal *hombre* se desplaza de su posición sintáctica original para posicionarse luego de *mordió*, donde es coindexado con la huella, lo que permite que *hombre* sea el paciente de la acción de morder, y perro el agente. Vale decir que, para comprender la frase, el *parser* sintáctico tiene que resolver la relación de dependencia entre el *filler* y la huella, asociándola con el nombre principal, lo que también implica que necesita almacenar *hombre* en la memoria temporalmente para poder integrarlo durante el procesamiento con la huella. Este último argumento ha sido vastamente documentado a partir de la teoría de dependencia local propuesta por Gibson (1998; 2000) que refiere a los costos de retención e integración de los *fillers* y las huellas a la hora de construir una representación gramatical de un enunciado.

Asimismo, el procesamiento de oraciones con base en enfoques de memoria define la distancia

como la distancia lineal entre los *fillers* y las huellas, y cuantifican la distancia como el número de palabras que intervienen entre los *fillers* y las huellas en el orden lineal (Gibson, 1998; 2000). Como los *fillers* deben almacenarse en la memoria antes de llegar a las huellas, las frases con una distancia lineal más larga requieren más recursos de memoria de trabajo para su procesamiento. Es en este marco que la distancia lineal se ha considerado una medida de la memoria de trabajo. Ahora bien, Liu y Wang *et al.*, (2019) afirman que, si se observara que los adultos mayores se ven más afectados por la distancia lineal entre las huellas y los *fillers* que los adultos más jóvenes, esto indicaría que su dificultad de comprensión se atribuye en gran medida a la disminución de la memoria de trabajo.

Por otra parte, los enfoques basados en la estructura y jerarquía sintáctica (Collins, 1994; Hamilton, 1995; Hawkins, 1999; 2004; O'Grady *et al.*, 1997;

2003) miden la dificultad de procesamiento en términos de la distancia estructural entre las huellas y los *fillers*, pero cuantifican la distancia como el número de nodos sintácticos entre los *fillers* y las huellas en los árboles sintácticos (Hsu y Chen, 2013; Pozniak *et al.*, 2017). La distancia estructural (también denominada distancia lingüística) se ha percibido como una medida de la capacidad cognitiva lingüística que en gran parte es independiente de las capacidades cognitivas generales, como la memoria de trabajo (Chomsky, 2013b).

En síntesis, la distinción entre la distancia lineal y la distancia estructural radica en que la primera está directamente relacionada con la memoria de trabajo, mientras que la segunda estaría relacionada con el procesamiento sintáctico (Baumann, 2014; Bulut *et al.*, 2018). En consecuencia, parecería no haber una relación robusta entre procesamiento y memorización de la oración.

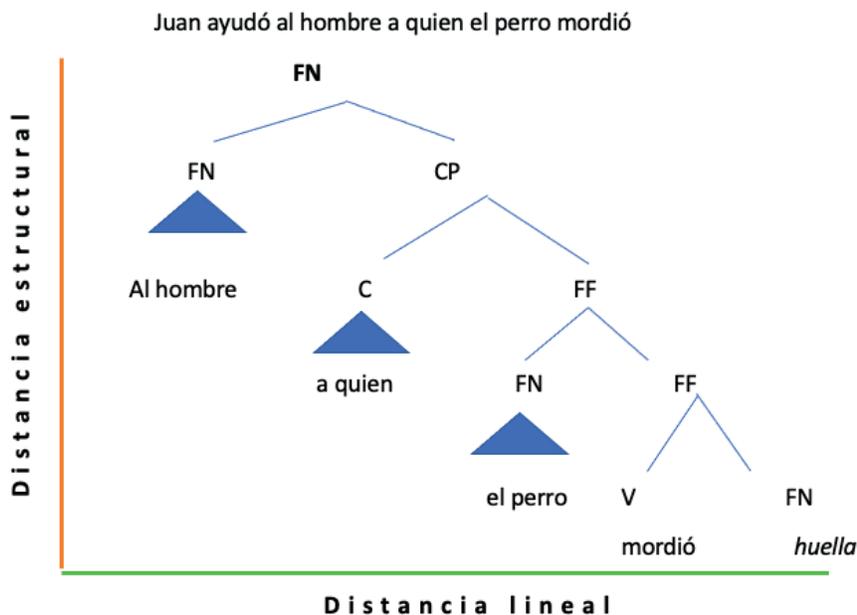


Figura 1. Distancia lineal y distancia estructural

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, según el principio de distancia mínima estructural (Chomsky, 2013a; 2013b; 2016), la interpretación de las estructuras lingüísticas es un proceso dependiente de la estructura. Para comprender o interpretar el significado de una frase, se tiende a

confiar más en la distancia estructural o la proximidad de las palabras en un árbol sintáctico jerárquico. Si la distancia se encuentra más lejos del *filler* en el árbol sintáctico, resultará más difícil construir una representación sintáctica de la frase. Por lo tanto,

la dificultad de procesamiento aumentará. La distancia estructural es una propiedad sintáctica típica en la gramática universal (Chomsky, 2013b), y la comprensión de las frases con una distancia estructural mayor suele implicar operaciones sintácticas más complejas. La dificultad de procesamiento de tales oraciones refleja una deficiencia en la sintaxis, más que en la memoria de trabajo. Por consiguiente, si los adultos mayores se ven más afectados por la mayor distancia estructural entre los *fillers* y las huellas que los adultos más jóvenes, esto indicaría que el declive de la habilidad sintáctica es una fuente de disminución de la comprensión de las oraciones asociada con la edad.

En síntesis, el procesamiento de oraciones con relaciones de dependencia cuyas distancias son largas requiere eficiencia de procesamiento sintáctico que parecería estar anclado en una memoria vinculada con el aprendizaje basado en reglas, que gobiernan las regularidades del idioma; en particular, los procedimientos relacionados con la combinación de elementos en estructuras complejas que tienen relaciones de precedencia (secuenciales) y de jerarquía (Ullman, 2016).

En concordancia con lo expuesto respecto del déficit en la memoria de trabajo en contraste con la deficiencia en la sintaxis, algunos investigadores han formulado la hipótesis de que existe una memoria de trabajo especializada con el propósito expreso de interpretar automáticamente el significado de frases (Waters y Caplan *et al.*, 2005) y esta parecería ser el *parser* sintáctico, que permite identificar los elementos que constituyen una oración y especificar la relaciones entre ellos. Este *parser* sintáctico distingue entre el supuesto procesamiento automático *on line* de las oraciones y las medidas de comprensión *off line* que requieren retención. Esta retención *off line* se ha asociado con las medidas de la memoria de trabajo, y existen evidencias empíricas de los efectos relacionados con la edad en cuanto a la comprensión y que son mediados por la memoria de trabajo verbal (Warren *et al.*, 2018). Ahora bien, las medidas de la memoria de trabajo no predicen la comprensión *on line* o el procesamiento sintáctico *on line* (DeDe *et al.*, 2004) ya que no se prevé que

las tareas lingüísticas que se basan en un procesamiento no consciente, obligatorio y en línea estén relacionadas con estas.

Discusión

El objetivo de este artículo es poner en discusión los enfoques basados en la memoria y el basado en estructuras y jerarquías e identificar sus ventajas y limitaciones.

Destaca en la diferencia entre el procesamiento sintáctico basado en estructuras y jerarquías y el procesamiento basado en la memoria, el enfoque teórico que sustenta a cada uno. El primero parece estar asociado al modelo teórico que postula la modularidad del lenguaje en el cual la sintaxis es autónoma, vale decir, que está encapsulada informativamente y es de dominio específico o, puesto en otras palabras, el *parser* solo considera la información sintáctica (estructura y jerarquía) (Baumann, 2014; Chomsky, 2013; 2016). El segundo estaría asociado a los modelos interactivos que suponen la existencia de un conjunto limitado de unidades de recursos disponibles para activar las representaciones, de modo que, a mayor disponibilidad de recursos, las activaciones se producen más rápidamente; del mismo modo que cuantos más recursos requiere un componente concreto de una activación estructural, más lenta será la activación. Este enfoque está fundado en la teoría basada en la restricción, que considera para la interpretación de la oración restricciones léxicas, de plausibilidad y del contexto del discurso (Gibson, 1998; MacDonald *et al.*, 1994; Ni *et al.*, 1996; Trueswell *et al.*, 1994; Trueswell, 1996).

La diferencia entre ambos enfoques se concretiza con los métodos para cuantificar la distancia sintáctica, ya que el enfoque basado en estructuras considera el número de nodos sintácticos entre los *fillers* y las huellas en los árboles sintácticos (Hsu *et al.*, 2013; Pozniak *et al.*, 2017); distancia estructural que fue asumida como medida de la capacidad cognitiva lingüística que es en gran medida independiente de las capacidades cognitivas generales, como la memoria de trabajo (Chomsky, 2013b). El

concepto de distancia sintáctica estructural tiene su origen en la gramática generativa transformacional de Chomsky (1965), que postula la existencia —en todas las lenguas— de estructuras sintácticas universales; vale decir que este enfoque propone que la dinámica de la generación (procesamiento) es universal en el procesamiento de oraciones (Liu y Wang, 2019).

Por otro lado, el método para determinar la distancia sintáctica desde un enfoque de memoria, se asocia con el número de piezas léxicas intervinientes entre dos elementos que están relacionados en una oración, es decir, el número de palabras que intervinen entre los *fillers* y las huellas en el orden lineal (Gibson, 1998; 2000), que deben ser retenidas con relativa independencia de la información sintáctica para poder procesar la oración. En otras palabras, la

dificultad del procesamiento se evalúa en términos de activación al alcanzar los *fillers* y de disminución de la capacidad de almacenamiento de la memoria de trabajo antes de alcanzar las huellas. Así, desde esta perspectiva, el procesamiento de las oraciones está restringido por la capacidad de la memoria de trabajo.

Junto a lo anterior, una de las ventajas del enfoque basado en la memoria es que permite explicar en términos psicolingüísticos la disminución del índice de velocidad de procesamiento de oraciones complejas y de la capacidad de almacenamiento, características propias del deterioro de la memoria de trabajo durante el envejecimiento (Liu y Wang, 2019). No obstante, su limitación es que no puede explicar por qué el comprendedor puede procesar sintácticamente, es decir, conserva su habilidad sintáctica.

Cuadro 1. Características de los enfoques basados en la memoria y en la estructura

criterio	Procesamiento basado en estructuras	Procesamiento basado en la memoria de trabajo
Definición	Representa una habilidad cognitiva anclada en una memoria asociada a aprendizajes de secuencias, reglas y patrones.	Representa la tendencia a considerar la distancia sintáctica como una medida de las capacidades cognitivas generales, especialmente la memoria de trabajo.
Mecanismos cognitivos	Procesamiento de estructuras, combinaciones y jerarquías.	(a) retención de información sintáctica; (b) recuperación de información sintáctica.
Velocidad de procesamiento	Considera que no es la velocidad de procesamiento, sino la dificultad de procesamiento de oraciones la que reflejaría una deficiencia en la habilidad sintáctica.	Ralentización de la memoria de trabajo, el índice de velocidad disminuye.
Almacenamiento de la información	No hace referencia a la de capacidad de almacenamiento para procesar.	Disminución de la capacidad de almacenamiento, el largo del chunk por retener disminuye.
Distancia sintáctica	Distancia estructural (número de nodos en un árbol de dependencias).	Distancia lineal (número de elementos intervinientes entre dos piezas léxicas relacionadas léxico-sintácticamente).
Parser	Este parser sintáctico distingue entre el supuesto procesamiento automático <i>on line</i> de las oraciones y las medidas de comprensión <i>off line</i> que requieren retención.	Identifica los elementos que constituyen una oración y especifica las relaciones entre ellos. Considera las medidas de comprensión <i>off line</i> que requieren retención.
Procesamiento	Automático–no consciente.	Automático.
Enfoque	Computacionalista.	Interactivo–conexionista.

Frente a ello, el enfoque de estructura podría tener una respuesta. En este marco, esta perspectiva podría ser explicada a partir de una concepción dual del lenguaje, como la que propone el modelo declarativo/procedimental de Ullman (2016), que

considera que los sistemas de memoria están en la base del lenguaje; por lo tanto, cumplen un rol significativo en términos del rango de dominio, tareas y funciones a las que subyacen. Es así que el modelo declarativo/procedimental plantea que

el lenguaje humano tiene una estructura dual, pues está formado por una *gramática*, que contiene todas las informaciones guiadas por reglas y que pueden deducirse del propio sistema —como las reglas que permiten la combinación jerarquizada de constituyentes—, y por un *lexicón*, que contiene las informaciones idiosincráticas no derivables a partir de reglas (como el significado de las palabras y la estructuras de las unidades irregulares). En términos cognitivos, el modelo señala que estos dos componentes se alojan y operan en dos tipos de memoria diferentes: el Lexicón, en la memoria declarativa —que incluye a la memoria semántica y episódica— y la *Gramática* en la memoria procedimental (que incluye el conocimiento de secuencias psicomotoras y cognitivas).

Por último, en términos neurológicos la memoria declarativa se aloja principalmente en las estructuras del lóbulo temporal medio: la región del hipocampo (el giro dentado, el complejo subicular y el propio hipocampo), la corteza entorrinal, la corteza perirrenal y la corteza parahipocampal; mientras que la memoria procedimental (Ullman, 2016) involucra a 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.

Este modelo permite, por un lado, explicar el comportamiento dual del lenguaje, relacionándolo con la cognición y el cerebro, y, por otro lado, predecir que cualquier fenómeno que ocurra en la memoria afectará al lenguaje y que cualquier fenómeno lingüístico puede ser explicado por medio del funcionamiento de la memoria.

En suma, asumir una postura dual del lenguaje permite explicar por qué los adultos mayores continúan teniendo habilidad sintáctica para procesar oraciones a pesar de la ralentización de algunas habilidades cognitivas, pues los aprendizajes de secuencias estarían asociados a la memoria procedimental y estos comportamientos funcionan a un nivel automático y su salida es no cognitiva.

Ahora bien, como se reseñó sucintamente en este artículo, no se han encontrado diferencias de edad en eficiencia de la memoria procedimental

(Mitchell *et al.*, 1990; Warren, 2018). En esta misma línea de razonamiento, cabe señalar que los estudios de neuroimagen revelan que la mayoría de las tareas procedimentales activan la corteza motora primaria (Cabeza y Nyberg, 2000), una estructura cerebral que se conserva relativamente bien en la vejez (Raz, 1999; 2010).

La ventaja de asumir una postura dual del lenguaje y, en consecuencia, del enfoque basado en estructuras, es que podría explicar que la dificultad en el procesamiento sintáctico de oraciones complejas basado en el enfoque de memoria no se debe al deterioro de la memoria declarativa ya que la capacidad de almacenamiento y retención se ven disminuidas, mientras que las tareas de recuperación las pueden ejecutar, pero a otra velocidad y, en ocasiones, con pistas semánticas (Baddeley *et al.*, 2002; Braver *et al.*, 2008). En esta misma línea, Baumann (2014) señala que el costo de la mantención/retención/almacenamiento del *filler* puede facilitar el procesamiento de la huella, pues la estructura se mantiene activa en la memoria y la integración de la dependencia no demandaría mayores recursos cognitivos. Esto indicaría un *priming* estructural, que se refiere a la tendencia de los hablantes a producir oraciones con una estructura sintáctica que escucharon o emitieron recientemente; esto aumenta la probabilidad de que la información activada o reforzada influya en los procesos cognitivos posteriores (Bock, 1986). Este efecto, es especialmente sensible a la estructura sintáctica, más que a la información conceptual, léxica o fonológica (Ferreira *et al.*, 2008).

En esta misma línea de pensamiento, Ferreira *et al.* (2008) indican que la persistencia sintáctica debe reflejar la capacidad de memoria para una sintaxis abstracta, porque una frase *prime* puede influir en la sintaxis de la producción de una frase *target* solo si en la memoria se conserva algún rastro de la estructura sintáctica de la frase *prime*. Sin embargo, no se conoce bien la naturaleza de los procesos de memoria que subyacen a la persistencia sintáctica.

Ahora bien, como se ha señalado, en los sistemas de memorias distinguimos la memoria procedimental

y la declarativa. La primera se asocia con la fluidez perceptiva y las habilidades motoras, así como con los recuerdos que se adquieren y afinan a través de la experiencia. Esta permite una mejor percepción de los estímulos específicos o una mejor ejecución de las acciones motoras específicas. En cambio, la memoria declarativa mantiene el conocimiento de los actos y acontecimientos y permite mantener recuerdos abstractos y relacionales. Varias características de la persistencia sintáctica sugieren que puede depender de la memoria procedimental para el conocimiento sintáctico. Asimismo, esta es resistente al olvido, y persiste en la comprensión, la producción y la evaluación de diez frases neutras intermedias (Bock *et al.*, 2000; 2007). Esta perspectiva explica también la preservación de la habilidad sintáctica.

Por otro lado, una limitación del enfoque basado en estructuras y del modelo dual del lenguaje es precisamente que, durante el envejecimiento, se visualiza un funcionamiento del lenguaje ralentizado y simplificado, lo cual se ha evidenciado como indicativo del deterioro de la memoria de trabajo (Liu *et al.*, 2019).

Entre los estudios empíricos que ponen en relación ambos enfoques se encuentra el de Hsu y Chen (2013), en el que considera cómo la distancia lineal y la distancia estructural afectan el procesamiento de las dependencias de *filler-gap* en las cláusulas relativas de núcleo final en chino mandarín. Los hallazgos de la investigación realizada utilizando *eyetracking* sugieren que la distancia estructural afecta a la fase inicial del procesamiento y que interactúa con la distancia lineal, y que este último factor podría no ser reconsiderado en el procesamiento de las dependencias de *filler-gap* en esta clase de cláusulas relativas. Cabe destacar que la mayoría de las investigaciones sobre el efecto diferenciado de la distancia lineal y estructural en el procesamiento de oraciones relativas de núcleo final se han realizado para el chino mandarín (Chen *et al.*, 2008; Gibson *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2005; Packard *et al.*, 2011), el coreano (Kwon *et al.*, 2004) y el japonés (Miyamoto y Nakamura, 2003).

Por su parte, en español, en el estudio desarrollado por Véliz *et al.* (2013) los resultados alcanzados

sobre oraciones producidas por adultos mayores y jóvenes en una situación controlada plantea un desafío al enfoque basado en la memoria, pues señala que la edad avanzada no es un factor que afecte a la producción sintáctica. En otras palabras, las evidencias ponen en duda la hipótesis de que sea la disminución de la memoria de trabajo la que provoque un déficit en la producción de oraciones sintácticamente complejas (Kemper *et al.*, 2003; 2004). Al respecto, la investigación realizada por Véliz *et al.* (2013) indica que tanto en el grupo de jóvenes como en el de los adultos mayores saludables, las oraciones producidas no registran diferencias importantes respecto de su complejidad estructural, entendida como la longitud de las oraciones y el índice de subordinación. Vale decir que la habilidad sintáctica se preserva.

Finalmente, cabe destacar que caracterizar el procesamiento sintáctico en la vejez saludable a partir de un enfoque basado en la memoria brinda una mirada reducida respecto del funcionamiento del lenguaje durante el envejecimiento, pues no permite visualizar las preservaciones de habilidades cognitivas asociadas a las memorias declarativa y procedimental, las cuales son facilitadoras del funcionamiento de la lengua. Sin embargo, como se ha mencionado, este enfoque permitiría identificar los motivos de la dificultad del procesamiento.

En este contexto, en que la preservación/el declive del procesamiento de oraciones complejas durante el envejecimiento no pueda ser explicado ni a partir de un enfoque basado en la memoria ni solo a partir del enfoque basado en estructuras, se hace evidente que para comprender los procesos psicolingüísticos que tienen lugar durante la vejez es necesario indagar en la relación que existe entre el procesamiento del lenguaje —en este caso el procesamiento sintáctico— y los distintos tipos de memorias.

Lo anterior obedece a que la disminución de la capacidad de almacenamiento y el índice de velocidad de procesamiento son solo explicativos de la ralentización del procesamiento sintáctico y la dificultad de procesamiento de la complejidad sintáctica dados los costes de retención e integración.

También se explica porque la sola preservación de habilidades que implican procesamientos de estructuras, jerarquías y patrones no puede dar cuenta de la ralentización de dichos procesos.

Una investigación que indague en la relación entre el procesamiento sintáctico y los distintos tipos de memorias podría explicar por qué la sintaxis solo parece estar afectada cuando las oraciones son estructuralmente complejas, a pesar de que tradicionalmente los sistemas de memoria no se consideran la base del lenguaje humano ni un marco para explicar su deterioro durante la vejez, sino procesos cognitivos asociados a la modularidad del lenguaje.

Evidencias en esta línea podrían contribuir, por una parte, a entender y explicar el procesamiento del lenguaje en los adultos mayores y, por otra, a discutir la validez empírica del modelo declarativo/procedimental propuesto por Ullman.

Referencias

- Bäckman, L., Almkvist, O., Andersson, J., Nordberg, A., Bengt, W., Reineck, R. y Bengt Långström, B. (1997). Brain activation in young and older adults during implicit and explicit retrieval. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(3), 378-391. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.3.378>.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-208. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(03\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(03)00019-4).
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. (1974). Working memory. En *Psychology of learning and motivation* (8) pp. 47-89. Academic Press.
- Baddeley, A. D. y Wilson, B. A. (2002). Prose recall and amnesia: Implications for the structure of working memory. *Neuropsychologia*, 40(10), 1737-1743. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00146-4](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00146-4).
- Balota, D. A. y Ferraro, F. R. (1996). Lexical, sublexical, and implicit memory processes in healthy young and healthy older adults and in individuals with dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychologia*, 10(1), 82-95. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.10.1.82>.
- Baumann, P. (2014). Dependencies and hierarchical structure in sentence processing. En *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 36. <https://escholarship.org/uc/item/6wp8798q>.
- Bock, J. K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, 18(3), 355-387. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(86\)90004-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(86)90004-6).
- Bock, K., Dell, G. S., Chang, F. y Onishi, K. H. (2007). Persistent structural priming from language comprehension to language production. *Cognition*, 104(3), 437-458. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.07.003>.
- Bock, K. y Griffin, Z. M. (2000). The persistence of structural priming: Transient activation or implicit learning? *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(2), 177-192. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.129.2.177>.
- Braver, T. S. y West, R. (2008). Working memory, executive control, and aging. En F. I. M. Craik y T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 311-372). Psychology Press.
- Bulut, T., Cheng, S. K., Xu, K. Y., Hung, D. L. y Wu, D. H. (2018). Is there a processing preference for object relative clauses in Chinese? Evidence from ERPs. *Frontiers in Psychology*, 9, 995. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00995>.
- Burke, D. M. y MacKay, D. G. (1997). Memory, language, and ageing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 352(1363), 1845-1856.
- Cabeza, R. y Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 pet and fmri studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 1-47. <https://doi.org/10.1162/08989290051137585>.
- Caplan, D. y Waters, G. (2005). The relationship between age, processing speed, working memory capacity, and language comprehension. *Memory*, 13(3-4), 403-413. <https://doi.org/10.1080/09658210344000459>.
- Chen, E., Gibson, E. y Wolf, F. (2005). Online syntactic storage costs in sentence comprehension. *Journal of Memory and Language*, 52(1), 144-169.
- Chen, B., Ning, A., Bi, H., y Dunlap, S. (2008). Chinese subject-relative clauses are more difficult to process than the object-relative clauses. *Acta Psychologica*, 129, 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.04.005>.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. mit Press.
- Chomsky, N. (2013a). Problems of projection. *Lingua*, 130, 33-49. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2012.12.003>.
- Chomsky, N. (2013b). *What is language and why does it matter?* [Ponencia]. 19 icl. International Congress of Linguists. Ginebra, julio 21-27.

- Chomsky, N. (2016). Minimal computation and the architecture of language. *Chinese Semiotic Studies*, 12(1), 13-24. <https://doi.org/10.1515/css-2016-0003>.
- Cohen, G. y Faulkner, D. (1989). Age differences in source forgetting: Effects on reality monitoring and on eyewitness testimony. *Psychology and Aging*, 4(1), 10-17.
- Collins, C. (1994). Economy of derivation and the generalized proper binding condition. *Linguist. Inq.*, 25, 45-61.
- Craik, F. I. M. y Jennings, J. M. (1992). Human memory. En F. I. M. Craik y T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 51-110). Lawrence Erlbaum.
- Davidson, D. J., Zacks, R. T. y Ferreira, F. (2003). Age preservation of the syntactic processor in production. *Journal of Psycholinguistic Research*, 32(5), 541-566. <https://doi.org/10.1023/A:1025402517111>.
- DeDe, G., Caplan, D., Kemtes, K. y Waters, G. (2004). The relationship between age, verbal working memory, and language comprehension. *Psychology and Aging*, 19(4) 601-616. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.4.601>.
- Ellis, N. y Large, B. (1987). The development of reading: As you seek so shall you find. *British Journal of Psychology*, 78(1), 1-28. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1987.tb02222.x>.
- Ellis, N. C. (1996). Working memory in the acquisition of vocabulary and syntax: Putting language in good order. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(1), 234-250. <https://doi.org/10.1080/713755604>.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E. y Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *pnas, Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017-3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>.
- Ferreira, V. S., Bock, K., Wilson, M. P. y Cohen, N. J. (2008). Memory for syntax despite amnesia. *Psychological Science*, 19(9), 940-946. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02180.x>.
- Fleischman, D. A., Wilson, R. S., Gabrieli, J. D., Bienias, J. L. y Bennett, D. A. (2004). A longitudinal study of implicit and explicit memory in old persons. *Psychology and Aging*, 19(4), 617-625. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.4.617>.
- Gibson, E. (1998). Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies. *Cognition*, 68(1), 1-76. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(98\)00034-1](https://doi.org/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.
- Gibson, E., y Wu, H. H. I. (2013). Processing Chinese relative clauses in context. *Language and Cognitive Processes*, 28, 125-155. <https://doi.org/10.1080/01690965.2010.536656>.
- Good, C. D., Johnsrude, I. S., Ashburner, J., Henson, R. N. A., Friston, K. J. y Frackowiak, R. S. J. (2001). A voxel-based morphometric study of ageing in 465 normal adult human brains. *Neuroimage*, 14(1 Pt 1), 21-36. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0786>.
- Hamilton, R. L. (1995). The noun phrase accessibility hierarchy in sla: Determining the basis for its developmental effects. En F. R. Eckman, D. Highland, P. W. Lee, J. Mileham y R. R. Weber (Eds.), *Second language acquisition: Theory and pedagogy* (101-114). Lawrence Erlbaum.
- Hardy, S. M., Messenger, K. y Maylor, E. A. (2017). Aging and syntactic representations: Evidence of preserved syntactic priming and lexical boost. *Psychology and Aging*, 32(6), 588-596. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/pag0000180>.
- Hardy, S. M., Segaert, K. y Wheeldon, L. (2020). Healthy aging and sentence production: Disrupted lexical access in the context of intact syntactic planning. *Frontiers in Psychology*, 11, 257. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00257>.
- Hawkins, J. A. (1999). Processing complexity and filler-gap dependencies across grammars. *Language*, 75(2), 244-285. <https://doi.org/10.2307/417261>.
- Hawkins, J. A. (2004). *Efficiency and complexity in grammars*. Oxford University Press.
- Howard, D. V. (1988). Implicit and explicit assessment of cognitive aging. En M. L. Howe y C. J. Brainerd (Eds.), *Cognitive development in adulthood: Progress in cognitive development research* (pp. 3-37). Springer.
- Hsu, C. C. y Chen, J. Y. (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. <https://doi.org/10.1075/scl.2.12hsu>
- Jacoby, L. L. y Witherspoon, D. (1982). Remembering without awareness. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 36(2), 300-324. <https://doi.org/10.1037/h0080638>
- Jiménez, J. E., García, E., Estévez, A., Díaz, A., Guzmán, R., Hernández-Valle, I., Ortiz, M. R., Rodrigo, M. y Hernández, S. (2004). Evaluación del procesamiento sintáctico-semántico en la dislexia evolutiva. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 2(4), 127-142. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v2i4.1155>
- Jonker, C., Geerlings, M. I. y Schmand, B. (2000). Are memory complaints predictive for dementia? A review of clinical and population-based studies. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(11), 983-991. [https://doi.org/10.1002/1099-1166\(200011\)15:11%3C983::AID-GPS238%3E3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/1099-1166(200011)15:11%3C983::AID-GPS238%3E3.0.CO;2-5)
- Kemper, S. (1987). Life-span changes in syntactic complexity. *Journal of Gerontology*, 42(3), 323-328. <https://doi.org/10.1093/geronj/42.3.323>
- Kemper, S. y Sumner, A. (2001). The structure of verbal abilities in older and younger adults. *Psychology and Aging*, 16(2), 312-322. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0882-7974.16.2.312>
- Kemper, S.; Herman, R. y Lian, C. 2003. Age differences in sentence production. *Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 58: 260-268.
- Kemper, S.; Herman, R. E. y Liu, C. (2004). Sentence production by younger and older adults in controlled contexts. *Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 58B: 220-224.
- Kemper, S., Thompson, M. y Marquis, J. (2001). Longitudinal change in language production: Effects of aging and dementia on grammatical complexity and propositional content. *Psychology and Aging*, 16(4), 600-614. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0882-7974.16.4.600>
- Kemtes, K. y Kemper, S. (1997). Younger and older adults' on-line processing of syntactically ambiguous sentence. *Psychology and Aging*, 12(2), 362-371. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.2.362>
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163-182. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.163>
- Kwon, N., Polinsky, M., Kemper, S.; Herman, R. E. y Liu, C. (2004). Sentence production by younger and older adults in controlled contexts. *Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 58B: 220-224.
- La Voie, D. y Light, L. L. (1994). Adult age differences in repetition priming: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 9(4), 539-553. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.9.4.539>
- Light, L. L. y Albertson, S. A. (1989). Direct and indirect tests of memory for category exemplars in young and older adults. *Psychology and Aging*, 4(4), 487-492.
- Light, L. L., Singh, A. y Capps, J. L. (1986). Dissociation of memory and awareness in young and older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8(1), 62-74. <https://doi.org/10.1080/01688638608401297>
- Liu, X. y Wang, W. (2019). The effect of distance on sentence processing by older adults. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02455>
- Lin, C. J. C., Fong, S. y Bever, T. G. (2005). Constructing filler-gap dependencies in Chinese possessor relative clauses. En *Proceedings of the 19th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation*, Taipei.
- Lustig, C. y Buckner, R. L. (2004). Preserved neural correlates of priming in old age and dementia. *Neuron*, 42(5), 865-875. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.04.002>
- MacDonald, M. C., Pearlmutter, N. J. y Seidenberg, M. S. (1994). Lexical nature of syntactic ambiguity resolution. *Psychological Review*, 101(4), 676-703. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.101.4.676>
- Mather, M. (2010). Aging and cognition. *Wiley interdisciplinary reviews: Cognitive Science*, 1(3), 346-362. <https://doi.org/10.1002/wcs.64>
- Mitchell, D. B., Brown, A. S. y Murphy, D. R. (1990). Dissociations between procedural and episodic memory: Effects of time and aging. *Psychology and Aging*, 5(2), 264.
- Miyamoto, E., y Nakamura, M. (2003). Subject/object asymmetries in the processing of relative clauses in Japanese". En G. Garding y M. Tsujimura (Eds.), *Proceedings of the 22nd West Coast Conference on Formal Linguistics* (pp. 342-355). Cascadilla Press.
- Mody, M. (Ed., 2017). *Neural mechanisms of language*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7325-5>

- Ness, T. y Meltzer-Asscher, A. (2017). Working memory in the processing of long-distance dependencies: Interference and filler maintenance. *Journal of Psycholinguistic Research*, 46(6), 1353-1365. <https://doi.org/10.1007/s10936-017-9499-6>.
- Ni, W. (1996). Sidestepping garden-paths: Assessing the contributions of syntax, semantics and plausibility in resolving ambiguities. *Language and Cognitive Processes*, 11(3), 283-334. <https://doi.org/10.1080/016909696387196>.
- Nilsson, L. G. (2003). Memory function in normal aging. *Acta Neurologica Scandinavica Supplement*, 179, 7-13. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0404.107.s179.5.x>.
- O'Grady, W., Lee, M. y Choo, M. (2003). A subject-object asymmetry in the acquisition of relative clauses in Korean as a second language. *Stud. Second. Lang. Acquis.*, 25, 433-448. [10.1017/S0272263103000172](https://doi.org/10.1017/S0272263103000172).
- Packard, J., Ye, Z. y Zhou, X. (2011). Filler-gap processing in Mandarin relative clauses: Evidence from event-related potentials. En H. Yamashita, Y. Hirose y J. Packard (Eds.), *Processing and producing head-final structures* (pp. 219-240). Springer. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9213-7_11.
- Pozniak, C., Huang, J. y Hemforth, B. (2017). Relative clause processing, structural and linear distance matter: Evidence from Mandarin, Cantonese and English visual world experiments. En *Proceedings of the 30th Annual cuny Conference on Human Sentence Processing*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01955108>.
- Rabaglia, C. D. y Salthouse, T. A. (2011). Natural and constrained language production as a function of age and cognitive abilities. *Language and Cognitive Processes*, 26(10), 1505-1531. <https://doi.org/10.1080/01690965.2010.507489>.
- Raz, N. (1999). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and functional findings. En F. I. M. Craik y T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (Vol. 2, pp. 1-90). Erlbaum.
- Raz, N., Ghisletta, P., Rodriguez, K. M., Kennedy, K. M. y Lindenberger, U. (2010). Trajectories of brain aging in middle-aged and older adults: Regional and individual differences. *Neuroimage*, 51(2), 501-511. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.03.020>.
- Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118(3), 219-235. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.118.3.219>.
- Scarborough, H. S. (1991). Early syntactic development of dyslexic children. *Annals of Dyslexia*, 41, 207-221. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/BF02648087>.
- Schaie, K. W. (2005). *Developmental influences on adult intelligence: The Seattle Longitudinal Study*. Oxford University Press.
- Schank, R. C. (1980). Language and memory. *Cognitive Science*, 4(3), 243-284. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0403_2.
- Schugens, M. M., Daum, I., Spindler, M. y Birnbaumer, N. (1997). Differential effects of aging on explicit and implicit memory. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 4(1), 33-44. <https://doi.org/10.1080/13825589708256634>.
- Small, S. A., Schobel, S. A., Buxton, R. B., Witter, M. P. y Barnes, C. A. (2011). A pathophysiological framework of hippocampal dysfunction in ageing and disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 12, 585-601. <https://doi.org/10.1038/nrn3085>.
- Stine-Morrow, E. A. L., Ryan, S. y Leonard, J. S. (2000). Age differences in on-line syntactic processing. *Experimental Aging Research*, 26(4), 315-322. <https://doi.org/10.1080/036107300750015714>.
- Trueswell, J. C. (1996). The role of lexical frequency in syntactic ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language*, 35(4), 566-585. <https://doi.org/10.1006/jmla.1996.0030>.
- Trueswell, J. C., Tanenhaus, M. K. y Garnsey, S. M. (1994). Semantic influences on parsing: Use of thematic role information in syntactic disambiguation. *Journal of Memory and Language*, 33(3), 285-318. <https://doi.org/10.1006/jmla.1994.1014>.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving y W. Donaldson. *Organization of memory*. Academic Press.
- Tulving, E. (1984). Précis of elements of episodic memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(2), 223-238. <https://doi.org/10.1017/S0140525X0004440X>.
- Ullman, M. T. (2001a). The declarative/procedural model of lexicon and grammar. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30(1), 37-69. <https://doi.org/10.1023/A:1005204207369>.
- 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. <https://doi.org/10.1017/S1366728901000220>.

- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition*, 92(1-2), 231-270. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.10.008>.
- 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* (pp. 141-178). Georgetown University Press.
- Ullman, M. T. (2016). The declarative/procedural model: A neurobiological model of language learning, knowledge, and use. En *Neurobiology of language* (pp. 953-968). Academic Press.
- Véliz, M., Riffo, B. y Arancibia, B. (2010). Envejecimiento cognitivo y procesamiento del lenguaje: Cuestiones relevantes. *rla. Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 48(1), 75-103. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48832010000100005>.
- Véliz, M., Riffo, B., Hernández, M., Sáez, Y. y Sáez, K. (2013). Oraciones producidas por adultos mayores y adultos jóvenes en una situación controlada. *Onomázein*, 27, 241-257. http://onomazein.lettras.uc.cl/Articulos/N27/27-16_Veliz.pdf.
- Walhovd, K. B., Fjell, A. M., Reinvang, I., Lundervoldd, A., Dale, A. A., Eilertsen, D. E., Quinn, B. T., Salat, D., Makris, N. y Fisch, B. (2005). Effects of age on volumes of cortex, white matter and subcortical structures. *Neurobiology of Aging*, 26(9), 1261-1270. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2005.05.020>.
- Warren, D. E., Rubin, R., Shune, S. y Duff, M. C. (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. <https://doi.org/10.1002/9781118772034.ch14>.
- Warrington, E. K. y Weiskrantz, L. (1968). A new method of testing of long-term retention with special reference to amnesic patients. *Nature*, 217, 972-974. <https://doi.org/10.1038/217972a0>.
- Wright, B. M. y Payne, R. B. (1985). Effects of aging on sex differences in psychomotor reminiscence and tracking proficiency. *Journal of Gerontology*, 40(2), 179-184. <https://doi.org/10.1093/geronj/40.2.179>.