

PROCESAMIENTO DE ORACIONES ECUACIONALES EN ESPAÑOL: EFECTOS DE LA EDAD, MEMORIA OPERATIVA, COMPLEJIDAD SINTÁCTICA Y UNA CARGA DE MEMORIA CONCURRENTE

left sentences processing in Spanish: effects of age, working memory, syntactic complexity and a concurrent memory load

*Mónica Véliz de Vos**

*Bernardo Riffo***

*José Luis Salas-Herrera****

*Rubén Roa-Ureta*****

Resumen

Se estudia comparativamente el desempeño de adultos mayores (AM) y de adultos jóvenes (AJ) en una tarea concurrente que consiste en leer oraciones ecuacionales mientras, al mismo tiempo, se retienen en la memoria tres palabras. El propósito del experimento es averiguar si existe un efecto de las variables edad, memoria operativa, complejidad sintáctica e interferencia de una carga concurrente de memoria en el procesamiento y comprensión de oraciones de sintaxis compleja. El análisis estadístico multinivel realizado revela que tanto el procesamiento en línea (*online*) de las oraciones ecuacionales como su comprensión (*offline*) se ven afectados significativamente por la edad de los participantes cuando opera una carga de memoria concurrente. Las variables memoria operativa y complejidad sintáctica, por su parte, afectan también significativamente el desempeño de los sujetos, pero independientemente de su edad.

Palabras clave: Envejecimiento, procesamiento sintáctico, memoria operativa, oraciones ecuacionales, doble tarea.

Abstract

The performance of older and young adults in a concurrent task –to read equational sentences while at the same time the subjects retain in memory three words– is comparatively studied. The purpose of the experiment is to find out if there is an effect of the variables of age, working memory, syntactic complexity and interference of a concurrent memory load processing on the comprehension of syntactically complex sentences. The multilevel statistical analysis reveals that both online processing of cleft sentences as their understanding is significantly affected by the age of participants when operating a concurrent memory load. The working memory variables and syntactical complexity, meanwhile, also significantly affect the performance of subjects, but regardless of age.

Key words: Aging, syntactic processing, working memory, cleft sentences, dual task.

1. INTRODUCCIÓN

Una hipótesis ampliamente aceptada entre los estudiosos del envejecimiento cognitivo es que la capacidad de la memoria operativa (MO) experimenta una reducción como consecuencia de la mayor edad y que esta declinación actúa como mediadora de la relación entre el envejecimiento y los procesos cognitivos de alto nivel (Baddeley, 1986; Carpenter, Miyake y Just, 1994; Salthouse, 1994; Bopp y Verhaeghen, 2005). Aunque las definiciones acerca de la MO son numerosas, típicamente es descrita como el sistema cognitivo encargado de mantener y manipular por breves periodos la información que se está procesando. Se la concibe como el “espacio de trabajo mental” necesario para realizar tareas cognitivas complejas que requieren atención y procesamiento controlado (Miyake y Shah, 1999).

No ha habido acuerdo, sin embargo, respecto de cuáles podrían ser los factores cognitivos que dan cuenta de la declinación experimentada por la MO. Salthouse (1996) propone, como mecanismo fundamental, la velocidad de procesamiento; Lindenberger y Baltes (1995) argumentan a favor de la integridad neuronal, medida mediante la acuidad sensorial; en tanto Zacks y Hasher (1997) consideran como factor crítico el quiebre de las funciones inhibitorias.

McCabe, Roediger, McDaniel, Balota y Hambrick (2010), por su parte, han demostrado que las medidas de MO, velocidad de procesamiento, función ejecutiva y memoria episódica se solapan frecuentemente en los procesos de medición. Lo que los autores plantean es que entre los déficits vinculados a la MO y los vinculados a las funciones ejecutivas mediaría un componente común: la capacidad de control atencional, a la que ellos llaman atención ejecutiva. Según datos recogidos por McCabe y sus colaboradores (2010), la atención ejecutiva estaría sujeta a una declinación determinada por la edad, sería independiente de la velocidad de procesamiento y tendría poder predictivo en los procesos de cognición de alto nivel. Verhaeghen (2012), por otro lado, al discutir las diferencias de MO relacionadas con el envejecimiento plantea que el origen de dichas diferencias no parece estar asociado con déficits en el control inhibitorio o resistencia a la interferencia ni con costos debidos a un cambio de tarea en el nivel local de procesamiento. Con la mayor edad se producirían déficits específicos asociados a los costos implicados en la mantención de información en instancias de doble tarea o cambio de tarea en el nivel global.

En el área específica de la comprensión del lenguaje se ha postulado que la capacidad de la MO limita la habilidad de las personas mayores para comprender oraciones de sintaxis complejas como son, por ejemplo, las relativas objeto anidadas o las ambiguas (King y Just, 1991; Just y Carpenter, 1992; MacDonald, Just y Carpenter, 1992; Just y Varma, 2002). El supuesto principal ha sido que los adultos mayores (AM), a diferencia de los adultos jóvenes (AJ), no dispondrían de recursos de memoria suficientes para completar de manera eficiente las operaciones de procesamiento sintáctico requeridas. De acuerdo con Gibson y su teoría de la localidad de las dependencias (Gibson, 1998; 2000), se postula que durante el curso del procesamiento

se necesitan recursos de memoria para el almacenamiento de la estructura que se está construyendo y para la integración de la palabra que se está procesando en esa estructura en formación. En este marco, los costos de almacenamiento están asociados al número de categorías sintácticas requeridas para asignar a las palabras de entrada una estructura oracional; los costos de integración, por su parte, dependen críticamente de la localidad. Así, las predicciones que hace el procesador tienen mayor costo cuando la resolución depende de elementos que se encuentran distantes.

El efecto que la declinación de la memoria operativa verbal pudiera tener en el procesamiento sintáctico no ha estado, sin embargo, exento de debate. Si bien algunos estudiosos (Just y Carpenter, 1992) sostienen que el desempeño sintáctico de los adultos mayores disminuye en su eficacia a causa de la declinación experimentada por la MO verbal, otros como Caplan y Waters (1999) plantean que la habilidad de procesamiento sintáctico se encuentra preservada de los efectos de la edad. En la base de esta discrepancia se hallan dos concepciones distintas respecto del sistema de memoria que participa en los procesos de comprensión oracional: el modelo de recurso único o teoría de la capacidad (Just y Carpenter, 1992) y el modelo de recursos divididos (Caplan y Waters, 1999).

El modelo de MO verbal de Just y Carpenter (1992), bastante próximo al ejecutivo central de Baddeley (1986), postula una fuente única de recursos de memoria para la ejecución de todas las tareas cognitivas mediadas verbalmente, la que sirve tanto las operaciones de cómputo necesarias para el procesamiento de la información lingüística como las de almacenamiento. El análisis sintáctico, en esta perspectiva, depende de los mismos recursos de memoria utilizados por procesos cognitivos más generales. De acuerdo con dicho enfoque, la información proveniente de los distintos niveles de representación interactúa durante el procesamiento. Por su parte, el modelo de MO verbal de Caplan y Waters (1999) distingue dos conjuntos separados de recursos de memoria: uno, especializado en los procesos interpretativos, o en línea, en los que en forma rápida e inconsciente se determina el significado de la oración a partir de su análisis lingüístico, y otro, postinterpretativo, de propósito general, dedicado a los procesos que tienen lugar fuera de curso, vale decir, los procesos conscientes y controlados que ocurren una vez que se ha asignado significado a la señal lingüística, como los implicados en responder preguntas de comprensión o retener información. En este contexto, se asume que –además de su carácter especializado– el sistema de memoria que sustenta el análisis sintáctico es modular y no sería afectado por el proceso de envejecimiento.

Ambos modelos comparten la idea de que la capacidad computacional de la MO verbal es limitada y de que el procesamiento de estructuras sintácticas complejas impone al sistema una carga cognitiva mayor en comparación a estructuras sintácticas más simples. Difieren, sin embargo, en las predicciones que hacen en lo referente al procesamiento sintáctico en tiempo real y las diferencias individuales de MO. Mientras el modelo de recurso único predice diferencias en el desempeño sintáctico determinadas

por diferencias individuales en la capacidad de la MO verbal, como las asociadas a una mayor edad, el modelo de recursos divididos no espera que el análisis sintáctico en línea de oraciones de estructura compleja se vea afectado por una declinación de la MO asociada al envejecimiento. En los procesos postinterpretativos, en cambio, instancia en que el significado de la oración tiene que ser recuperado de la memoria de largo plazo para poder responder a alguna tarea, la situación es distinta: ambos modelos de memoria postulan un efecto significativo de la variable edad en la comprensión.

En un trabajo de revisión reciente, Caplan y Waters (2013) llevan a cabo un análisis detallado de los mecanismos en donde los modelos de memoria operativa de corto plazo (MO-CP) más conocidos (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 2000; Cowan, 1994; Lewis, 1996; Van Dyke y McElree, 2006; y otros) han intentado históricamente caracterizar los procesos de memoria que subyacen en el *parsing* o asignación de estructura sintáctica a la oración y su uso en la determinación del significado. La conclusión a que llegan es que el sistema de memoria que sostiene incrementalmente el procesamiento sintáctico exitoso y la interpretación es la llamada memoria operativa de largo plazo (MO-LP), un modelo postulado por Ericsson y Kintsch (1995) para dar cuenta de la actuación experta de la memoria de largo plazo, ejemplo de la que es la comprensión del discurso. Según Caplan y Waters (1999), el modelo de MO-LP puede aplicarse sin problemas al procesamiento sintáctico, ya que comparte con él rasgos fundamentales como especificidad de dominio, destreza en la actuación, alto grado de familiaridad, gran capacidad de memoria de ítems. En esta nueva perspectiva, se reitera el carácter especializado del sistema de memoria que apoya el *parsing*, no esperándose que sea afectado por el envejecimiento. En cuanto a la MO-CP, su rol en la comprensión se limitaría a respaldar la recuperación de información cuando las estructuras sintácticas tienen que ser revisadas por fallo en el proceso de comprensión.

Una explicación alternativa de las diferencias individuales en la comprensión es la propuesta por MacDonald y Christiansen (2002), emanada de un enfoque conexionista del procesamiento del lenguaje. Según los autores, las diferencias en las habilidades de procesamiento no se deberían a una mayor o menor amplitud de la capacidad de la MO sino a la variación en las experiencias que tienen las personas en el ámbito del lenguaje. Por ejemplo, una exposición amplia y sostenida a materiales de lectura de alta exigencia o especializados, en los que probablemente abundan las estructuras sintácticas complejas, puede ser factor determinante en el desarrollo de habilidades de procesamiento sintáctico más expertas. De acuerdo con el modelo, las diferencias en las habilidades de procesamiento emergen de la interacción entre la experiencia y factores biológicos. Así, un cambio biológico como la reducción de la velocidad de procesamiento en interacción con las experiencias lingüísticas puede dar cuenta de diferencias en el desempeño lingüístico observadas en la vejez.

Desde un enfoque teórico diferente, el modelo de procesamiento autorregulado del lenguaje, propuesto por Stine-Morrow, Miller y Hertzog (2006), plantea que el envejecimiento no solo reduce la efectividad con que se llevan a cabo determinadas

computaciones asociadas al procesamiento del lenguaje sino también afecta los procesos de autorregulación. Lo que se postula es que los mayores autorregulan su desempeño realizando cambios dinámicos en las estrategias de procesamiento para compensar las limitaciones que impone la vejez. Un ejemplo ilustrativo lo proporciona la forma como los adultos mayores administran el tiempo que disponen para realizar la tarea en que se han comprometido.

Una perspectiva que profundiza y esclarece la mirada pertinente al envejecimiento cognitivo viene de las teorías que postulan mecanismos internos de compensación para dar cuenta de cómo el cerebro responde a los cambios anatómicos y fisiológicos que se producen con el envejecimiento supliendo las deficiencias cognitivas y sensoriales (Davis *et al.*, 2008; Shafto *et al.*, 2012; Park y Bischof, 2013). Según los estudios, el cerebro viejo reclutaría de manera estratégica recursos neuronales adicionales con el fin de mantener la actuación en un nivel alto, lo que es una muestra de la plasticidad y del carácter adaptativo de las funciones neurobiológicas (Goh y Park, 2009).

La investigación acerca de los recursos de MO verbal y procesamiento sintáctico ha recurrido tradicionalmente al enfoque de las diferencias individuales (Daneman y Carpenter, 1980). Lo habitual ha sido que los sujetos sean primero separados en grupos de acuerdo con la amplitud de su MO, medida mediante una prueba estándar, y se examine luego su desempeño frente a estructuras sintácticas de distinta complejidad (King y Just, 1991; Waters y Caplan, 1996). Se ha empleado también el enfoque de doble tarea (*dual task*) con el mismo propósito. La metodología que se sigue en este caso establece que los participantes deben realizar en forma simultánea una tarea que requiere procesar en línea la oración y una tarea no lingüística mediada verbalmente, como es por ejemplo la memoria de dígitos. El procedimiento permite manipular la carga de memoria concurrente y observar su efecto en el procesamiento de la oración (Waters, Caplan y Yampolsky, 2003). Llevar a cabo una doble tarea puede resultar difícil y ello manifestarse en tiempos más largos de reacción o en errores en la ejecución, los que se atribuyen a la interferencia que provoca la tarea secundaria. Los mecanismos que subyacen a la interferencia no son todavía bien conocidos, pero suele describirse los como competición por recursos de atención o como competición por recursos de procesamiento (véase una revisión en Pashler, Johnston y Ruthruff, 2001).

Ambos enfoques –doble tarea y diferencias individuales– comparten un mismo supuesto: solo podría esperarse interacción entre MO verbal y complejidad sintáctica o entre MO verbal y tarea de memoria concurrente, si la tarea no lingüística mediada verbalmente y el procesamiento sintáctico dependieran del mismo conjunto de recursos de memoria.

Gordon, Hendrick y Levine (2002), interesados en la naturaleza del sistema de MO que participa en la comprensión oracional, introducen un paradigma de doble tarea diferente. En lugar de utilizar estímulos no lingüísticos en la tarea de memoria concurrente –dígitos, por ejemplo– emplean nombres que pertenecen a la misma

categoría semántica que los nombres de las oraciones incluidas en su experimento. Su hipótesis es que si hay similitud semántica entre los nombres que se deben memorizar (“barbero”, por ejemplo) y los de las frases que deben procesarse (“abogado”, por ejemplo), podría producirse interferencia durante el procesamiento de la oración y ello dificultar el proceso de comprensión. De acuerdo con el enfoque, las restricciones que el sistema de memoria impone al procesamiento sintáctico derivarían de la interferencia que se produce entre los nombres de la lista que se debe memorizar y los nombres incluidos en la oración, debido a su similitud semántica. El razonamiento en que se sostiene la hipótesis es que el peso de memoria externo y la tarea de comprensión lingüística compiten por los mismos recursos de MO, esto es, ambas tareas comparten la misma fuente de recursos. En el experimento que llevaron a cabo los autores, el desempeño en comprensión fue más bajo en las oraciones cuya estructura sintáctica era más compleja y más alto en las de menor complejidad. Este resultado se interpretó como una evidencia de que el análisis sintáctico en línea no es modular, porque depende de recursos de memoria que son también utilizados en los procesos postinterpretativos implicados en la comprensión. López-Higes y Del Río (2006), Fedorenko, Gibson y Rhode (2006), Van Dyke y McElree (2006) extienden los hallazgos de Gordon, Hendrick y Levine (2002) aportando nuevas evidencias que avalan la hipótesis de un sistema de MO verbal de recurso único.

Un buen número de estudios ha explorado la relación entre edad, MO y procesamiento sintáctico usando las metodologías descritas. En algunos de ellos (Zurif *et al.*, 1995; Kemtes y Kemper, 1999; Stine-Morrow, Ryan y Leonard, 2000; Kemper, Crow y Kemtes, 2004; Kemper y Liu, 2007) se han reportado evidencias de que la habilidad de los adultos mayores para procesar en línea oraciones de estructura sintáctica compleja disminuye como consecuencia del declive de la capacidad de la MO. Otros estudios (Waters y Caplan, 1996; Kemtes y Kemper, 1997; Waters y Caplan, 2001; Caplan *et al.*, 2011) muestran, en cambio, que la habilidad para realizar el análisis sintáctico en línea está preservada. Si bien los efectos de la edad se manifiestan en los puntajes más bajos que obtienen los mayores cuando se mide la amplitud de su MO y en la mayor cantidad de recursos cognitivos que dedican al procesamiento de las oraciones, no se encuentran pruebas estadísticas robustas que relacionen causalmente la MO con una declinación de la habilidad de procesamiento sintáctico en línea (Dede *et al.*, 2004). En cuanto a los procesos postinterpretativos, hay abundante información empírica que sostiene la hipótesis de la declinación de las habilidades de comprensión *offline* o fuera de curso (Kemper, 1986; Light, 1990; Obler *et al.*, 1991; Kemper y Kemtes 1997; Caplan *et al.*, 2011, entre otros).

Por nuestra parte, en varios estudios hemos sometido a prueba las teorías de memoria de recurso único y de recursos divididos comparando el desempeño de adultos jóvenes y mayores en la comprensión de estructuras sintácticas complejas en español. En términos generales, nuestros hallazgos corroboran la hipótesis de Caplan y Waters (1999), en la medida en que no hemos encontrado evidencia sólida que respalde

una declinación de la habilidad de procesamiento sintáctico causada por la disminución de la MO (Arancibia *et al.*, 2014; Véliz *et al.*, 2011; Véliz, Riffó y Vásquez, 2009; Riffó y Benoit, 2007; Véliz, 2004).

En este trabajo nos proponemos, como objetivo general, estudiar el efecto del envejecimiento en el procesamiento sintáctico de oraciones ecuacionales de acuerdo con el enfoque de la interferencia de un peso de memoria (Gordon, Hendrick y Levine, 2002). Específicamente, nuestro objetivo es determinar en qué medida la interferencia de un peso de memoria puede incidir en el desempeño de las personas mayores cuando enfrentan la tarea de leer y comprender una oración de estructura compleja, como es la ecuacional objeto. Y en especial, nos interesa contribuir al debate respecto de la supuesta declinación de la habilidad sintáctica en la vejez y a la discusión generada en torno a los recursos de MO que participan en el procesamiento sintáctico, aportando datos empíricos provenientes del español, lo que tiene relevancia desde una perspectiva translingüística y en términos de la validez y alcance de las teorías en juego.

2. EL EXPERIMENTO

2.1. DISEÑO

De acuerdo con este propósito diseñamos un experimento que incorporó la interferencia de un peso de memoria concurrente en el modelo experimental, lo que significó que los participantes debían realizar dos tareas simultáneamente: procesar una oración para comprenderla y retener al mismo tiempo en la memoria un número determinado de estímulos lingüísticos.

El tipo de oración elegida, como ya dijimos, fue la *ecuacional*, llamada también *hendida*, una estructura que la gramática del español reconoce como estructura compleja (Pinuer, 2002). Lo que caracteriza a este tipo de estructura es “su condición de dispositivo sintáctico de relieve” (Pinuer, 2005, p. 78). Uno de los segmentos de la oración es objeto de focalización, constituyéndose en un punto informativamente destacado. El núcleo básico de organización en ellas está conformado por 3 elementos: el verbo ser, la cláusula de relativo y la magnitud focalizada (Pinuer, 2009).

En el experimento se utilizaron dos tipos de oraciones: ecuacionales sujeto (ES), en las que la magnitud focalizada es el sujeto y ecuacionales objeto (EO), en donde el constituyente focalizado es el objeto directo. Véanse en la tabla 1 ejemplos de estas oraciones, en los que el segmento focalizado se ha destacado en negrita.

Tabla 1. Ejemplos de las oraciones experimentales

Tipo de ecuacional	Oración
ES	Fue el alcalde el que denunció al gobernador la semana pasada
EO	Fue al alcalde al que denunció el gobernador la semana pasada

La complejidad estructural de las oraciones ecuacionales proviene de los medios sintácticos usados para instanciar la focalización, a saber instauración de un orden no

canónico y procesos hipotácticos y de coindización asociados al uso de cláusulas relativas (Pinuer, 2005). La mayor complejidad atribuida a la ecuacional objeto seleccionada para este estudio –comparada con la ecuacional sujeto– se vincula con la alteración del orden canónico que sufre la oración al ser extraído el objeto directo y dotado de relieve sintáctico; también, por los costos mayores de procesamiento asociados a la asignación de roles temáticos (Caplan y Waters, 1999) o número de dependencias sintácticas incompletas (Gibson, 1998).

Para la tarea de memoria concurrente se seleccionaron nombres comunes de ocupaciones como *profesor* o *abogado*, que pertenecían a la misma categoría semántica que los nombres empleados para designar a sujetos y objetos en las oraciones experimentales (*Fue el fotógrafo el que acompañó a la modelo a la exposición*). En nuestro experimento, a diferencia de trabajos precedentes en que se manipuló el grado de la interferencia oponiendo nombres propios a nombres comunes (Gordon, Hendrick y Levine, 2002; Kemper y Herman, 2006) o un nombre *versus* tres nombres (Fedorenko, Gibson y Rohde, 2006), se optó por una modalidad en que se contrastó presencia versus ausencia de interferencia.

Si nos atenemos al modelo de recurso único (Just y Carpenter, 1992), el peso de memoria concurrente tendría un efecto significativo en el procesamiento sintáctico de las oraciones, produciendo diferencias entre AM y AJ en el tiempo de lectura de los segmentos críticos de las oraciones y en la comprensión de ellas. Las diferencias estarían determinadas por la amplitud de la MO-CP y la complejidad sintáctica de la estructura objeto de estudio. De acuerdo con el modelo de recursos divididos (Caplan y Waters, 1999), en cambio, ni el peso de memoria concurrente ni la complejidad sintáctica tendrían efectos en el procesamiento de las oraciones, aunque sí en su comprensión.

El diseño experimental, de tipo factorial, adoptó un formato 2x2x2, en el que se controló la edad (jóvenes/mayores), y se manipuló la complejidad de la estructura sintáctica (ecuacional sujeto/ecuacional objeto) y el peso de memoria concurrente (presencia/ausencia). Las condiciones experimentales sometidas a estudio fueron, de este modo, 4:

- a) Ecuacional sujeto (ES) sin peso de memoria concurrente
- b) Ecuacional sujeto (ES) con peso de memoria concurrente
- c) Ecuacional objeto (EO) sin peso de memoria concurrente
- d) Ecuacional objeto (EO) con peso de memoria concurrente

2.2. PARTICIPANTES

Participaron voluntariamente en el experimento 24 AM reclutados de cursos para la tercera edad ofrecidos por la Universidad de Concepción o de la nómina de sus funcionarios docentes y administrativos, y 32 estudiantes de pregrado de las carreras de Fonoaudiología y Traducción de esa casa de estudios. Respecto del nivel educacional, los AM o bien tenían educación superior o bien media completa, con edades que fluctuaban entre 61 y 80 años. Los jóvenes, por su parte, tenían entre 19 y 28 años y

cursaban el segundo o tercer año de su respectiva carrera. A los sujetos mayores se les aplicó el test *Minimental* y la *Escala Abreviada de Depresión Geriátrica de Yesavage* con el fin de descartar a quienes presentaran signos de déficit cognitivo o alteración del ánimo, rasgos que –se sabe– pueden afectar el desempeño en las tareas experimentales. A todos los participantes se les midió la amplitud de la memoria operativa mediante la prueba clásica de Daneman y Carpenter (1980), en una versión desarrollada por nuestro equipo de investigación. Se les midió también la memoria de dígitos directa e inversa y la velocidad y precisión perceptiva mediante 2 subpruebas de la *Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos* (Wechsler, 1955) en su tercera edición para Chile (WAIS-III), a saber, retención de dígitos (directos e inversos) y prueba de símbolos.

2.3. MATERIALES

Para la tarea de procesamiento se crearon, en primer término, 40 oraciones ecuacionales: la mitad eran versiones con el sujeto focalizado (ES) y la otra mitad, versiones con el objeto focalizado (EO). Luego, mediante contrabalanceo, se formaron 4 listas de 20 oraciones, de acuerdo con las 4 condiciones experimentales previamente descritas. Se cauteló que en cada lista no apareciese más que una versión de la misma oración. A las 20 oraciones experimentales de cada lista se añadieron 40 oraciones de relleno, de estructura sintáctica distinta a las experimentales. Se elaboraron además preguntas de comprensión que exigían respuestas del tipo SÍ/NO para todas las oraciones incluidas en el experimento. En el caso de las oraciones experimentales, la pregunta pedía identificar al agente de la acción referida por el verbo subordinado.

Las palabras que se requerían para la tarea de memoria concurrente –nombres comunes referidos a ocupaciones– fueron seleccionadas del corpus de disponibilidad léxica de estudiantes chilenos recopilado por Valencia y Echeverría (1999). El criterio de selección fue que las palabras estuvieran ubicadas entre las 100 de más alta disponibilidad en la lista de palabras del centro de interés “Ocupaciones”, recogido por los autores. La mitad de las oraciones experimentales estuvo asociada a un peso de memoria igual a 3 palabras, la otra mitad no llevaba un peso de memoria concurrente. Los participantes fueron asignados en forma aleatoria a las distintas condiciones experimentales. Véase en el apéndice la lista de las oraciones y de las palabras usadas en el experimento.

2.4. PROCEDIMIENTOS

La secuencia de eventos que conformó el experimento se organizó en cuatro pasos que se describen a continuación:

Paso 1: En el centro de la pantalla del computador se presentaban 3 palabras en letras mayúsculas con la instrucción de ser leídas y memorizadas. La técnica experimental usada correspondió a la de ventana fija y el tiempo de presentación alcanzó 1.800 milisegundos (en adelante, ms). En los ensayos no asociados a una carga

de memoria concurrente aparecían tres asteriscos en lugar de las tres palabras, los que se ubicaban también en el centro de la pantalla y permanecían allí durante 500 ms.

Paso 2: A continuación, mediante ventana móvil, se presentaba una oración segmentada en 4 partes. Los ejemplos que siguen ilustran la segmentación de las oraciones experimentales:

(ES) Fue el vendedor / el que saludó / al guardia / en la tienda

(EO) Fue al vendedor / al que saludó / el guardia / en la tienda

Obsérvese que el primer segmento de la ES y la EO contiene el constituyente focalizado; el segundo segmento está constituido por el verbo subordinado precedido por el pronombre relativo, sujeto de la cláusula relativa en la ES o por el pronombre relativo objeto directo de la relativa en la EO. El tercer segmento corresponde al objeto directo de la relativa en la ES y al sujeto de la relativa en la EO. El cuarto segmento contiene un adyacente circunstancial, que es igual para ES y EO.

La instrucción que se daba a los sujetos era la de leer la oración en forma rápida pero cuidando de comprenderla bien. Antes de presentar el primer segmento de cada oración, aparecía un punto de fijación durante 500 ms.

Paso 3: En la pantalla del computador aparecía una ventana de texto en la que el sujeto recibía instrucciones de escribir las palabras que había memorizado. Finalizada la tarea, el sujeto pulsaba una tecla para avanzar.

Paso 4: En el centro de la pantalla se presentaba una pregunta de comprensión a la que el sujeto debía responder presionando una tecla de color verde cuando la respuesta era SÍ y una tecla de color rojo cuando era NO.

En todas las fases del experimento, el participante avanzaba hacia el siguiente estímulo o paso experimental mediante la barra espaciadora, autoadministrando el tiempo de dedicación a las tareas, excepto en el primer paso, en el que el tiempo de presentación estaba definido por el programa. Con el fin de familiarizar a los participantes con la tarea experimental, se programó una secuencia de práctica compuesta de 8 ensayos, con estímulos análogos a los usados en el experimento. Se programó también un periodo breve de descanso cuya duración fue de dos minutos. El soporte computacional que permitió implementar el experimento y aplicarlo a los sujetos seleccionados fue la versión 2.0 del programa E-Prime¹, un *software* para experimentación disponible en nuestro laboratorio.

3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

La base de datos estuvo constituida por las respuestas a 1.728 oraciones de los 32 individuos jóvenes y los 24 individuos mayores que participaron en el experimento. Las variables respuesta fueron siete, a saber:

¹ Producto desarrollado por *Psychology Software Tools, Inc.* <https://www.pstnet.com/eprime.cfm>

- el acierto o fallo de la respuesta en la tarea de comprensión, al que asignamos puntaje 0, si era un fallo, y 1, si era un acierto,
- el acierto o fallo de la respuesta a la tarea de memoria, condicional al hecho de que la oración llevara una carga de memoria concurrente (subconjunto del caso anterior), al que también se le asignó puntaje 0, si era un fallo, y 1, si era un acierto,
- el tiempo de respuesta a la pregunta de comprensión en ms,
- el tiempo de lectura en ms del primer segmento de la oración,
- el tiempo de lectura en ms del segundo segmento de la oración,
- el tiempo de lectura en ms del tercer segmento de la oración, y
- el tiempo de lectura en ms del cuarto segmento de la oración.

Las variables predictoras del experimento fueron 6 variables vinculadas a los sujetos experimentales:

- el grupo etario del sujeto experimental
- la memoria operativa
- la retención de dígitos directos
- la retención de dígitos inversos
- la velocidad y precisión perceptiva
- la identidad del sujeto, lo que agrega todas las restantes características no registradas en el experimento y que se supone son representativas de una población mucho mayor, a la que está dirigida la inferencia.

A estas se añadieron dos variables predictoras de las oraciones planteadas a los sujetos experimentales:

- el tipo de oración, ecuacional objeto o ecuacional sujeto
- la carga de memoria concurrente

Simple análisis de varianza y de regresión lineal son inválidos para los datos del experimento por dos razones. Primero, la variable respuesta (acierto o fallo de la respuesta), que solo puede tomar uno de dos valores, es una variable binaria agregada en una proporción (Figura 1 e-f), y las restantes variables respuesta, los varios tiempos de lectura y respuesta, son notoriamente asimétricas (Figura 1 g-k). Por tanto, ninguna de las variables respuesta cumple con la condición de tener aproximadamente una distribución normal para la aplicación correcta del análisis de varianza y la regresión lineal. Segundo, los experimentos fueron diseñados para que cada individuo respondiera a 32 preguntas, por tanto los datos están agrupados en grupos de 32 y no cumplen con la condición de independencia. Además, el interés del experimento reside en considerar a los individuos participantes como miembros de una población mucho mayor y que la inferencia vaya dirigida a la población, de la que los individuos son considerados una muestra, un conjunto aleatorio de niveles del factor individuo. Estas dos características fundamentales de los datos, que no tienen distribución normal y que están agrupados, son elegantemente incorporadas en metodologías avanzadas de modelación estadística llamadas *modelos*

lineales generalizados mixtos (Pinheiro y Bates, 2006; para una aplicación equivalente ver también Arancibia, Véliz, Riffo, y Roa-Ureta, 2014).

Los modelos ajustados fueron de la forma, $g(y_{i,j}) = \mu + a_i + CMC_j + a_i * CMC_j + MO_i + RDD_i + RDI_i + S_i + O_j + \mathbf{Z}_i \mathbf{b}_i$ donde g es la función de enlace para la variable respuesta y , μ es el intercepto general, a es el efecto de la edad, utilizando el nivel joven como base de contraste, así que se evalúa la significancia del efecto de ser mayor, CMC es el factor de carga de memoria concurrente de la sentencia, que toma valores 1 si hay carga y 0 si no la hay, con el nivel 0 como base de contraste, MO es la memoria operativa, RDD es la retención de dígitos directos, RDI es la retención de dígitos inversos, S es los símbolos, O es el tipo de oración, ecuacional objeto o ecuacional sujeto, con este último nivel como base de contraste, y los subíndices i y j representan al individuo y a la sentencia, respectivamente. \mathbf{Z} es la matriz de diseño del factor de agrupamiento aleatorio, el sujeto experimental específico, y \mathbf{b} es el vector de realizaciones del factor aleatorio individual de entre la población de individuos. Se supone que el vector poblacional \mathbf{B} tiene una distribución normal multivariada con media cero y matriz de covarianza \mathbf{G} . Como se puede ver al examinar la ecuación del modelo, evaluamos la significancia de la interacción entre grupo etario y carga de memoria concurrente, considerando que el agregar una carga de memoria podía tener un efecto significativo condicional al grupo etario del sujeto experimental.

En el caso del conteo de aciertos y fallos de la respuesta, la distribución de los datos corresponde a la binomial con función de enlace *logit*, y en el caso de los tiempos de respuesta la distribución corresponde a Gamma con función de enlace *log*.

Probamos la significancia de los siete predictores del modelo completo y calculamos el tamaño del efecto de los predictores significativos utilizando el inverso de la función de enlace y los coeficientes estimados de los predictores significativos. En el caso de los predictores factoriales, a , O , y CMC , cuando más de uno fue significativo, calculamos el tamaño del efecto de un factor respecto del nivel base del otro factor, es decir, substrayendo el valor del coeficiente significativo del otro factor. Cuando además alguno de los predictores cuantitativos (MO , RDD , RDI , y S) fue significativo, calculamos el tamaño del efecto de los predictores factoriales respecto del valor medio observado del predictor cuantitativo significativo.

Todos los análisis fueron llevados a cabo en el ambiente y lenguaje de programación estadística R versión 3.0.3. Los gráficos fueron construidos utilizando el paquete de R *lattice* (Sarkar, 2008) y los modelos lineales generalizados mixtos fueron ajustados utilizando el paquete de R *glmmADMB* (Fournier *et al.*, 2012; Skaug *et al.*, 2012).

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PARTICIPANTES EN EL EXPERIMENTO

Un examen descriptivo de las características iniciales de ambos grupos muestra que el grupo etario joven presenta una leve mejor memoria de trabajo que el grupo etario

mayor (Figura 1a). La retención de dígitos directos (Figura 1b) e inversos (Figura 1c), sin embargo, es similar en jóvenes y mayores. Un rasgo en que ambos grupos se diferencian es en la velocidad y precisión perceptivas, medida por la prueba de símbolos, en la que los AM obtienen puntajes más bajos que el grupo joven (Figura 1d).

4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DATOS RECOGIDOS

En términos puramente descriptivos, se observa que el grupo etario joven respondió con una ligera mayor proporción de éxito las preguntas de comprensión (Figura 1e) y la tarea de memoria concurrente (Figura 1f), tanto en la categoría de oraciones sujeto como objeto. Asimismo, la distribución de frecuencia de los tiempos de respuesta a la pregunta de comprensión es un poco mayor en el grupo etario de mayores (Figura 1g). En cuanto a las distribuciones de los tiempos de lectura de los segmentos 1, 2, 3 y 4, según se aprecia en los gráficos (Figura 1 h-k), aparentemente presentan diferencias y similitudes. Véase en la Fig. 1, que se presenta a continuación, la serie de gráficos que muestran los datos descriptivos básicos obtenidos mediante el experimento realizado.

Por su parte, las pruebas de hipótesis revelan efectos significativos en el tiempo de respuesta a la pregunta de comprensión, en los tiempos de lectura de los fragmentos 1 a 3, y en los puntajes de las respuestas en las tareas de comprensión y memoria, mientras que el tiempo de lectura del fragmento 4 no registró efectos significativos de ninguna de las potenciales variables predictoras (Tabla 2).

Tabla 2. Pruebas de hipótesis y tamaño de los efectos significativos para seis de las siete variables respuesta

Variable Respuesta	Variable Predictoras	Coefficiente	Valor-p	Efecto
Tiempo respuesta pregunta de comprensión	Símbolos**	-0,048	<0,01	-475
	Tipo de oración**	-0,227	<0,01	-1,262
	Interacción grupo etario y carga de memoria concurrente: AM carga concurrente**	0,167	<0,01	1,126
Tiempo de lectura segmento 1	Carga de memoria concurrente: carga concurrente**	0,254	<0,01	612
	Memoria operativa*	0,124	<0,05	405
	Retención de dígitos inversos*	-0,172	<0,05	-486
	Tipo de oración*	-0,067	<0,05	-136
	Interacción grupo etario y carga de memoria concurrente: AM y carga concurrente**	0,191	<0,01	445
Tiempo de lectura segmento 2	Carga de memoria concurrente **	0,102	<0,01	228
	Tipo de oración**	-0,145	<0,01	-288
Tiempo de lectura segmento 3	Tipo de oración**	-0,134	<0,01	-130
Puntaje tarea de comprensión	Memoria operativa**	0,346	<0,01	0,079
	Tipo de oración**	1,464	<0,01	0,281

Puntaje tarea de memoria	Tipo de oración**	0,497	<0,01	0,118
--------------------------	-------------------	-------	-------	-------

AM = adulto mayor

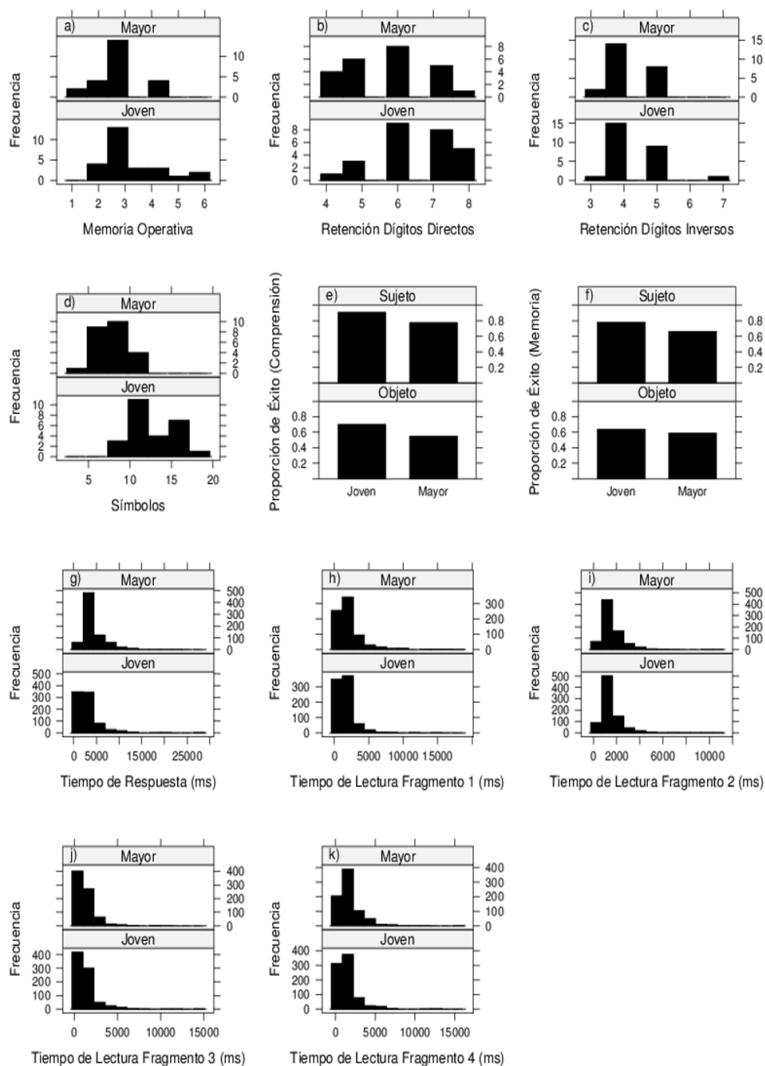


Figura 1.- Descripción general de los datos del experimento

4.3. TAREAS DE COMPRESIÓN Y DE MEMORIA

El puntaje de acierto en la tarea de comprensión, que incluye tanto oraciones con carga de memoria concurrente como oraciones sin esta carga, registra efectos significativos de la MO, con un aumento del 8% de éxito por cada incremento de esta

variable, y una disminución del 28% de éxito para el caso de las ecuacionales objeto (Tabla 2). El tiempo de respuesta a la pregunta de comprensión, por su parte, es afectado significativamente por los símbolos, el tipo de oración, y la interacción entre grupo etario y carga de memoria concurrente (Tabla 2). Los valores de los coeficientes y la estimación de los tamaños de efecto indican que por cada unidad de símbolos que gana el individuo el tiempo de respuesta baja en casi 500 ms. Pero los efectos más fuertes son los de tipo de oración y de la interacción entre grupo etario y carga de memoria concurrente. Cuando la oración es del tipo sujeto, el tiempo de respuesta baja en casi 1.300 ms respecto del tiempo empleado en la oración de tipo objeto, que actúa como base de contraste. A su vez, cuando el individuo pertenece al grupo etario mayor y hay una carga de memoria concurrente, el tiempo de respuesta aumenta en alrededor de 1.100 ms.

En cuanto a la tarea de memoria, el único efecto significativo es el del tipo de oración, que muestra una disminución del éxito del 12% en las del tipo objeto.

4.4. TIEMPOS DE LECTURA

El tiempo de lectura del segmento 1 es la variable respuesta que más efectos significativos registra. Es afectada de manera relevante por la carga de memoria concurrente, la memoria de trabajo, la retención de dígitos inversos, el tipo de oración, y la interacción entre grupo etario y la presencia de una carga de memoria concurrente (Tabla 1). Este tiempo de lectura aumenta en 600 ms cuando hay una carga de memoria concurrente, aumenta en 400 ms con cada incremento de la memoria operativa, disminuye en 500 ms con cada incremento de la retención de dígitos inversos, aumenta en 130 ms cuando la oración es del tipo EO, y aumenta en 450 ms cuando el grupo etario corresponde a los mayores y hay una carga de memoria concurrente. El tiempo de lectura del segmento 2 es afectado por la presencia de una carga de memoria concurrente y el tipo de oración (Tabla 2). La primera variable provoca un aumento de 230 ms y, la segunda, un aumento de 300 ms en los tiempos respectivos. El tiempo de lectura del fragmento 3 solo es afectado por el tipo de oración, aumentando en 130 ms cuando la oración es del tipo objeto (Tabla 2).

5. DISCUSIÓN

El propósito que nos ha guiado en este trabajo es, por una parte, averiguar si el envejecimiento cognitivo tiene efecto en el procesamiento sintáctico y comprensión de un tipo de oración de estructura compleja –la ecuacional objeto– y, por otra parte, determinar si dicho efecto se puede explicar por una disminución de la capacidad de la MO verbal en los AM. Queremos también averiguar la incidencia que en el procesamiento y comprensión de este tipo de estructura compleja puede tener un peso de memoria concurrente.

Para discutir los resultados nos centraremos primero en los datos obtenidos en las medidas *offline* o fuera de curso y continuaremos luego con los recogidos en las medidas *online* o en curso.

Los datos de la medición de la comprensión *offline* –los vinculados a los puntajes alcanzados en la tarea de comprensión– muestran efectos significativos de la complejidad sintáctica y de la amplitud de la MO, hecho que no sorprende, pues era lo que se podía esperar si nos atenemos a lo establecido en la literatura que estudia la relación entre complejidad estructural y procesamiento sintáctico y discute el rol que juega la MO en el proceso de comprensión (Just y Carpenter, 1992; Gibson, 1998; Caplan y Waters, 1999; MacDonald y Christiansen, 2002; Warren y Gibson, 2005, entre otros). Esperábamos también, de acuerdo con las teorías dominantes en el área, que la variable edad interactuara con la variable MO para explicar la incidencia del envejecimiento sobre la comprensión *offline*. El análisis estadístico llevado a cabo, sin embargo, no entrega evidencias que respalden tal interacción. ¿Qué interpretación podemos dar a estos resultados que no concuerdan con la predicción de un efecto de la edad en la comprensión fuera de curso, respaldada por los dos modelos de MO ya examinados? Creemos que la explicación se puede hallar en las características de la población de AM sometida a estudio. Como ya se dijo, todos eran personas educadas, la mayoría de ellos profesionales, y reclutados de cursos universitarios ofrecidos para la tercera edad. Un nivel educativo alto es un factor ventajoso en la medida que posibilita la adquisición de experiencias lingüísticas más ricas, mediadas por la interacción con formas discursivas especializadas del ámbito profesional u ocupacional, formas en las que la sintaxis oracional suele ser más compleja. Esta línea de razonamiento se vincula con los planteamientos del enfoque conexionista, que asigna a la *experiencia* un papel crucial en el procesamiento del lenguaje. MacDonald y Christiansen (2002), situados en esa perspectiva, sugieren que una mayor experiencia con estructuras sintácticas complejas va a obtener como dividiendo un procesamiento más eficiente que facilita la comprensión. La explicación bien podría estar también en los mecanismos de compensación que el cerebro pone en juego cuando envejece para sortear las deficiencias sensoriales y cognitivas (Davis *et al.*, 2008; Shafto *et al.*, 2012; Park y Bischof, 2013)

Distinto es lo que ocurrió con la otra medida de comprensión *offline* usada: nos referimos al tiempo de respuesta a la pregunta de comprensión. Aquí los resultados son los esperados: el tiempo de respuesta es afectado significativamente por la interacción entre grupo etario y carga de memoria concurrente. En otras palabras, los sujetos de mayor edad tardaron significativamente más que los jóvenes en responder a la pregunta de comprensión si la oración estaba asociada a una carga de memoria concurrente. Ello confirma un dato que se repite en los estudios concernientes a envejecimiento cognitivo: el entrecimiento de la velocidad de procesamiento. Por su parte, los puntajes de la prueba de símbolos –que mide la precisión y la velocidad perceptiva– concuerdan con los hallazgos referidos al tiempo de respuesta. Los mayores demoran más en procesar y su

tiempo de respuesta es también más alto, contrastando significativamente con los jóvenes que procesan y responden con mayor velocidad. Si bien la carga de memoria concurrente interfirió en el proceso de comprensión *offline*, los participantes mayores “compensaron” la dificultad asignando más tiempo al proceso de comprensión sin que ello afectara la exactitud de la respuesta (en concordancia con la perspectiva de Stine-Morrow, Miller y Hertzog, 2006). No solo la carga de memoria concurrente afectó el proceso de comprensión, también lo afectó el tipo de oración, lo que se manifestó en tiempos de respuesta significativamente más largos para las oraciones de sintaxis más complejas –las EO– y menor tiempo de respuesta para las más simples; pero ello ocurrió tanto con los AM como con los AJ, lo que confirma la complejidad estructural de la EO.

Respecto del procesamiento sintáctico *online*, la pregunta central se dirigía a averiguar si la supuesta declinación de la MO en la vejez afecta el proceso de asignar estructura sintáctica a oraciones EO, estructuralmente más complejas que las ES, manifestándose ello en tiempos de lectura más altos en las zonas críticas de las oraciones de parte de los AM. Estadísticamente esto exigía que los análisis mostraran interacción entre edad y MO, explicando esos tiempos más altos, lo que, sin embargo, no sucedió. ¿Qué nos revelan, entonces, los datos recogidos en torno a los tiempos de lectura?

Muestran, en primer lugar, que el tiempo de lectura del segmento 2 –*locus* en que se ubica el verbo de la cláusula relativa, reconocido punto crítico de procesamiento donde se establecen las relaciones de dependencia sintáctica– fue afectado significativamente por el tipo de oración y la carga de memoria concurrente. Si bien estos datos son interesantes, solo revelan que, efectivamente, la EO es más difícil de procesar que la ES y que la carga de memoria externa –que supuestamente iba a interferir en el procesamiento sintáctico–; así lo hizo, pues afectó los tiempos de procesamiento de las oraciones que llevaban esa carga adicional. Los supuestos básicos en que se sostenía el experimento reciben entonces confirmación. Sin embargo, los datos dejan en claro también que el procesamiento sintáctico en este punto no fue afectado ni por la edad ni la MO de los participantes.

Ponen en evidencia, en segundo lugar, que el tiempo de lectura del segmento 3 –punto crítico donde se resuelven las dependencias sintácticas incompletas– fue afectado por el tipo de oración, lo que demuestra nuevamente que las EO requieren más recursos de procesamiento que las ES.

Indican, por último, que el tiempo de lectura del segmento 1 –zona en que se ubica la magnitud lingüística objeto de focalización y punto informacionalmente más destacado de la oración– se constituyó en la variable respuesta que concentró el mayor número de efectos significativos: efectos del tipo de oración, de la amplitud de la MO, de la retención de dígitos inversos, de la carga de memoria concurrente y –además– de la interacción entre edad y carga de memoria concurrente. Sin lugar a dudas, el proceso de focalización, la alteración del orden sintáctico y el que la ecuacional sea una estructura poco frecuente en el español de Chile (Pinuer, 2005), se concertaron en este segmento oracional para atraer la atención de los participantes provocando una reacción

que se manifestó en tiempos de lectura más altos. A ello se suma el hecho de que en esta zona de procesamiento oracional se requieren recursos de memoria para mantener la unidad focalizada activa hasta que se le asigne el papel estructural de objeto directo. No obstante, el único efecto vinculado con la edad en el segmento 1 es el que asocia el grupo etario con la carga de memoria concurrente. Nótese que este resultado coincide con el obtenido en los tiempos de respuesta a la pregunta de comprensión, en donde también las variables edad y carga de memoria concurrente interactuaron. Ambos datos constituyen pruebas robustas del efecto que tuvo el peso de memoria concurrente en el desempeño de las personas mayores tanto en el procesamiento en línea como en el fuera de línea. Respecto de los otros efectos encontrados en el segmento 1, se confirma que las EO son más complejas que la ES y que la amplitud de MO afecta el procesamiento.

En síntesis, las evidencias empíricas halladas en este estudio prueban (a) que la complejidad sintáctica de las oraciones afecta tanto el procesamiento en línea como el *a posteriori*, mostrando con ello que las EO son más difíciles de procesar que las ES y que esto es independiente de la edad de los participantes; (b) que la amplitud de la MO verbal, medida por la prueba de Daneman y Carpenter (1980), afecta tanto el procesamiento en línea como el *a posteriori* y que ello resulta también ser independiente de la edad de los participantes; y (c) que la variable edad tuvo efectos en el tiempo de respuesta a la pregunta de comprensión y en el tiempo de procesamiento del primer segmento oracional solo cuando operaba una carga de memoria concurrente.

Tomados en conjunto, los datos hacen aportes en el ámbito de la Psicolingüística de orientación gerontológica que busca establecer la relación entre envejecimiento cognitivo y procesamiento y comprensión del lenguaje. Respecto del procesamiento sintáctico en línea, respaldan en general, con datos de una lengua distinta al inglés, la hipótesis de Caplan y Waters (1999; 2013) acerca de un sistema de MO verbal de recursos divididos, con un componente especializado en los procesos interpretativos y resistente a los efectos del envejecimiento, concordando esto con hallazgos de nuestras investigaciones previas (Arancibia *et al.*, 2014; Véliz *et al.*, 2011; Véliz, Riffo y Vásquez, 2009; Riffo y Benoit, 2007; Véliz, 2004). En lo relativo a los procesos fuera de línea, llamados también procesos postinterpretativos, los datos apoyan más bien los enfoques que asignan un papel central a la experiencia y habilidades adquiridas en el curso de la vida como factor determinante en la comprensión como así también a los mecanismos de compensación y de autorregulación que permiten superar las debilidades que impone el hecho de envejecer. En este aspecto, los resultados de nuestro estudio contribuyen a respaldar enfoques de corte neuropsicológico que postulan la plasticidad cerebral como mecanismo de respuesta a la declinación general de las capacidades intelectuales asociadas al envejecimiento (Davis *et al.*, 2008; Shafto *et al.*, 2012; Park y Bischof, 2013). Al mismo tiempo, la evidencia experimental encontrada resulta congruente con supuestos conexionistas en los que factores ambientales adquieren mayor relevancia (MacDonald y Christiansen, 2002); lo mismo vale para propuestas que explican el desempeño de los AM en términos de estrategias de

autorregulación (Stine-Morrow, Miller y Hertzog, 2006). Sin lugar a dudas, los hallazgos revelan la complejidad del fenómeno, abriendo nuevas interrogantes que la investigación futura deberá explorar.

*Universidad de Concepción**
Facultad de Humanidades y Arte
Víctor Lamas 1290, Concepción (Chile)
mveliz@udec.cl

*Universidad de Concepción***
Facultad de Humanidades y Arte
Víctor Lamas 1290, Concepción (Chile)
bern.riffo@gmail.com

*Universidad Católica de la Santísima Concepción****
Facultad de Educación
Alonso de Ribera 2850, Concepción (Chile)
jossalas@gmail.com

*Statistical Modeling, Marine Ecology, Fisheries*****
ruben.roa.ureta@mail.com

El presente artículo forma parte de los resultados del proyecto Fondecyt 1090564.

OBRAS CITADAS

- Arancibia, Beatriz, Véliz, Mónica; Riffo, Bernardo y Roa-Ureta, Rubén (2014). "Procesamiento de cláusulas relativas anidadas, memoria operativa y envejecimiento". *RLA: Revista de lingüística teórica y aplicada* 52, 155-179.
- Baddeley, Alan (2000). "Working memory and language processing". *Benjamins translation library* 40, 1-16.
- (1986). *Working memory*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Baddeley, Alan y Graham, Hitch (1974). "Working memory". *Psychology of learning and motivation*, 8, 47-89.
- Bopp, Kara y Verhaeghen, Paul (2005). "Aging and verbal memory span: A meta-analysis". *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60 (5), 223-233.
- Caplan, David y Waters, Gloria (2013). "Memory mechanisms supporting syntactic comprehension". *Psychonomic Bulletin & Review*, 20 (2), 243-268.
- (1999). "Verbal working memory and sentence comprehension". *Behavioral and brain Sciences*, 22 (1), 77-94.

- Caplan, David; DeDe, Gayle; Waters, Gloria; Michaud, Jennifer y Tripodis, Yorghos (2011). "Effects of age, speed of processing, and working memory on comprehension of sentences with relative clauses". *Psychology and Aging*, 26 (2), 439-450.
- Carpenter, Patricia; Miyake, Akira y Just, Marcel (1994). "Working memory constraints in comprehension: Evidence from individual differences, aphasia, and aging". En Ann Morton Gernsbacher (Ed.), *Handbook of psycholinguistics*, Londres: Academi Press, 1075-1122.
- Cowan, Nelson (1994). "Mechanisms of verbal short-term memory". *Current Directions in Psychological Science*, 3 (6), 185-189.
- Daneman, Meredith y Carpenter, Patricia (1980). "Individual differences in working memory and Reading". *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19 (4), 450-466.
- Davis, Simon; Dennis, Nancy; Daselaar, Sander; Fleck, Mathias y Cabeza, Roberto (2008). "Qué pasa? The posterior-anterior shift in aging". *Cerebral Cortex*, 18 (5), 1201-1209.
- Dede, Gayle; Caplan, David; Kentes, Karen y Waters, Gloria (2004). "The relationship between age, verbal working memory, and language comprehension". *Psychology and Aging*, 19 (4), 601-616.
- Ericsson, K. Anders y Kintsch, Walter (1995). "Long-term working memory". *Psychological Review*, 102 (2), 211-245.
- Fedorenko, Evelina; Gibson, Edward y Rohde, Douglas (2006). "The nature of working memory capacity in sentence comprehension: Evidence against domain-specific working memory resources". *Journal of Memory and Language*, 54 (4), 541-553.
- Fournier, David A.; Skaug, Hans J.; Ancheta, Johnnoel; Ianelli, James; Magnusson, Arni; Maunder, Mark N.; Nielsen, Anders and Sibert John (2012). "AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models". *Optimization Methods and Software*, 27 (2), 233-249.
- Gibson, Edward (2000). "The dependency locality theory: A distance-based theory of linguistic complexity". *Image, language, brain*, 95-126.
- (1998). "Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies". *Cognition*, 68 (1), 1-76.
- Goh, Joshua O. y Park, Denise C. (2009). "Neuroplasticity and cognitive aging: the scaffolding theory of aging and cognition". *Restorative neurology and neuroscience*, 27 (5), 391-403.
- Gordon, Peter C., Hendrick, Randall y Levine, William H. (2002) "Memory-load interference in syntactic processing". *Psychological science*, 13 (5), 425-430.
- Just, Marcel A. y Carpenter, Patricia A. (1992). "A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory". *Psychological review*, 99 (1), 122-149.
- Just, Marcel Adam y Varma, Sashank (2002). "A hybrid architecture for working memory: Reply to MacDonald and Christiansen"., 55-65.

- Kemtes, Karen A. y Kemper, Susan (1999). "Aging and resolution of quantifier scope effects". *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 54 (6), 350-360.
- (1997). "Younger and older adults' on-line processing of syntactically ambiguous sentences". *Psychology and Aging*, 12 (2), 362-371.
- Kemper, Susan (1986). "Imitation of complex syntactic constructions by elderly adults". *Applied Psycholinguistics*, 7 (3), 277-287.
- Kemper, Susan; Crow, Angela y Kemtes, Karen (2004). "Eye-fixation patterns of high- and low-span young and older adults: down the garden path and back again". *Psychology and Aging*, 19 (1), 157-170.
- Kemper, Susan y Herman, Ruth E. (2006). "Age differences in memory-load interference effects in syntactic processing". *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 61 (6), 327-332.
- Kemper, Susan y Chiung-Ju Liu (2007) "Eye movements of young and older adults during Reading". *Psychology and Aging*, 22 (1), 84-93.
- King, Jonathan y Just, Marcel Adam (1991). "Individual differences in syntactic processing: The role of working memory". *Journal of memory and language*, 30 (5), 580-602.
- Lewis, Richard L. (1996). "Interference in short-term memory: The magical number two (or three) in sentence processing". *Journal of Psycholinguistic Research*, 25 (1), 93-115.
- Light, Leah L. (1990). "Interactions between memory and language in old age". En James Birren y K. Warner Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging*. San Diego: Academic Press, 275-290.
- Lindenberger, Ulman y Baltes, Paul B. (1995). "Cognitive-abilities in old-age-first results from the Berlin Aging Study". *Zeitschrift für Psychologie*, 203 (4), 283-317.
- López-Higes, Ramón y Del Río David (2006). "Efectos de la memoria operativa y de una carga de procesamiento en la comprensión de oraciones". *Psicológica: Revista de metodología y psicología experimental*, 27 (1), 79-96.
- McCabe, David; Roediger, Henry Mark; McDaniel, David Balota y Hambrick, David (2010). "The relationship between working memory capacity and executive functioning: evidence for a common executive attention construct". *Neuropsychology*, 24 (2), 222-243.
- MacDonald, Maryellen C. y Christiansen, Morten H. (2002). "Reassessing Working Memory: Comment on Just and Carpenter (1992) and Waters and Caplan (1996)". *Psychological Review*, 109 (1), 35-54.
- MacDonald, Maryellen C.; Just, Marcel A. y Carpenter, Patricia A. (1992). "Working memory constraints on the processing of syntactic ambiguity". *Cognitive psychology*, 24 (1), 56-98.

- Miyake, Akira y Shah, Priti (1999). "Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions". *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*, 442-481.
- Obler, Loraine K.; Fine, Deborah; Nicholas, Marjorie y Albert, Martin L. (1991). "Auditory comprehension and aging: Decline in syntactic processing". *Applied psycholinguistics*, 12 (4), 433-452.
- Park, Denise C. y Bischof, Gérard N. (2013). "The aging mind: neuroplasticity in response to cognitive training". *Dialogues in clinical neuroscience*, 15 (1), 109-119.
- Pashler, Harold; Johnston James C. y Ruthruff, Eric (2001). "Attention and performance". *Annual review of psychology*, 52 (1), 629-651.
- Pinheiro, José y Bates, Douglas (2006). *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. New York: Springer Verlag.
- Pinuer, Claudio (2009). "La dimensión de focalidad: Conceptualización, instanciación y taxonomías". *Revista Signos*, 42 (69), 83-106.
- (2005). "Relieve sintáctico en el español escrito de Chile: Las construcciones ecuacionales y ecuandicionales". *Revista Signos*, 38 (57), 75-88.
- (2002). "Sintaxis y pragmática de la oración ecuacional". *RLA: Revista de lingüística teórica y aplicada*, 40, 129-146.
- Riffo, Bernardo y Benoit, Claudine (2007). "Procesamiento de oraciones con incrustación central y derecha en adultos jóvenes y adultos mayores". *RLA. Revista de lingüística teórica y aplicada*, 45 (1), 13-31.
- Salthouse, Timothy (1996). "The processing-speed theory of adult age differences in cognition". *Psychological Review*, 103 (3), 403-428.
- (1994). "The aging of working memory". *Neuropsychology*, 8 (4), 535-543.
- Sarkar, Deepayan (2008). *Lattice: multivariate data visualization with R*. New York: Springer Science y Business Media.
- Shafto, Meredith; Randall, Bill; Stamatakis, Emmanuel; Wright, Paul y Tyler, Lorraine K. (2012). "Age-related neural reorganization during spoken word recognition: the interaction of form and meaning". *Journal of cognitive neuroscience*, 24 (6), 1434-1446.
- Skaug, Hans; Fournier, David; Nielsen, Anders; Magnusson, Ami y Bolker, B. (2012). "Generalized linear mixed models using AD model builder". *R package version 0.7.2*.
- Stine-Morrow, Elizabeth A.L., Ryan, Sharon y Leonard, Sandra (2000). "Age differences in on-line syntactic processing". *Experimental Aging Research* 26.4, 315-322.
- Stine-Morrow, Elizabeth A.L., Soederberg Miller, Lisa M. y Hertzog, Christopher (2006). "Aging and self-regulated language processing". *Psychological Bulletin*, 132 (4), 582-606.
- Valencia, Alba y Echeverría, Max (1999). *Disponibilidad léxica en estudiantes chilenos*. Santiago: Universidad de Chile.

- Van Dyke, Julie A. y McElree, Brian (2006). "Retrieval interference in sentence comprehension". *Journal of Memory and Language*, 55 (2), 157-166.
- Véliz, Mónica (2004). "Procesamiento de estructuras sintácticas complejas en adultos mayores y adultos jóvenes". *Estudios Filológicos*, 39: 65-81.
- Véliz, Mónica; Riffo, Bernardo y Vásquez, Andrea (2009). "Recuerdo inmediato de oraciones de sintaxis compleja en adultos jóvenes y mayores". *Estudios Filológicos*, 44: 243-258.
- Véliz, Mónica; Riffo, Bernardo; Aguilar, Victoria y Sáez, Katia (2011). "Procesamiento de oraciones ambiguas de vía muerta y envejecimiento: un estudio experimental". *Onomázein: Revista de lingüística, filología y traducción de la Pontificia Universidad Católica de Chile*, 24: 199-222.
- Verhaeghen, Paul (2012). "Working memory still working: Age-related differences in working memory and executive control". En Moshe Naveh-Benjamin y Nobuo Ohta (Eds.), *Memory and Aging: Current Issues and Future Directions*. New York: Psychology Press: 3-30.
- Warren, Tessa y Gibson, Edward (2005). "Effects of NP type in reading cleft sentences in English". *Language and Cognitive Processes*, 20 (6): 751-767.
- Waters, Gloria S. y Caplan, David (2001). "Age, working memory, and on-line syntactic processing in sentence comprehension". *Psychology and Aging*, 16 (1): 128-144.
- (1996). "The capacity theory of sentence comprehension: Critique of Just and Carpenter (1992)". *Psychological Review*, 103 (4): 761-772.
- Waters, Gloria; Caplan, David y Yampolsky, Sasha (2003). "On-line syntactic processing under concurrent memory load". *Psychonomic Bulletin & Review*, 10 (1): 88-95.
- Wechsler, David (1955). *Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale*. The Psychological Corporation.
- Zacks, Rose y Lynn Hasher (1997). "Cognitive gerontology and attentional inhibition: A reply to Burke and McDowd". *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 52 (6): 274-283.
- Zurif, Edgar; Swinney, David; Prather, Penny; Wingfield, Arthur y Brownell, Hiram (1995). "The allocation of memory resources during sentence comprehension: Evidence from the elderly". *Journal of Psycholinguistic Research*, 24 (3): 165-182.