

Validez y Confiabilidad de Dos Pruebas de Capacidad de Memoria de Trabajo: Amplitud Aritmética y Amplitud de Conteo

Barreyro, Juan Pablo^{*a}, Injoque-Ricle, Irene^b y Burin, Débora I.^a

^a Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina

^b Becaria Post-Doctoral Interna del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina

Artículo Original

Resumen

La memoria de trabajo se refiere al conjunto de procesos implicados en almacenamiento temporal y procesamiento concurrente (Baddeley, 2000). Las pruebas Amplitud Aritmética (Conway et al., 2005) y Amplitud de Conteo (Conway et al., 2005) son tareas que evalúan la capacidad verbal de la memoria de trabajo. El propósito de este artículo es presentar datos acerca de la confiabilidad y validez convergente de estas tareas. Las tareas de amplitud aritmética y amplitud de conteo se administraron, junto con la tarea Amplitud de Lectura, a 88 alumnos universitarios, con una edad promedio de 23.10 años. El análisis de confiabilidad indicó una muy buena consistencia interna de los ítems y el análisis factorial confirmatorio mostró un muy buen ajuste a un modelo de un factor en el que se agruparon todas las pruebas. Esto indica que ambas pruebas son válidas y confiables para evaluar la capacidad verbal de la memoria de trabajo.

Palabras claves:

Memoria de Trabajo; Amplitud de Conteo; Amplitud Aritmética; Adaptación.

Recibido el 19 de Junio de 2012; Recibido la revisión el 4 de Diciembre de 2012; Aceptado el 25 de Enero de 2013.

1. Introducción

La memoria de trabajo es un constructo teórico, ampliamente utilizado en Psicología Cognitiva y Neuropsicología, que se refiere al conjunto de procesos implicados en el control, la regulación y el mantenimiento activo de información relevante para la ejecución de tareas cognitivas complejas (Baddeley, 1986, 2000; Shah & Miyake, 1999; Unsworth & Engle, 2007).

Desde la década de los noventa, abundante evidencia ha apoyado la hipótesis de que la memoria de trabajo es uno de los factores cognitivos más importantes para explicar las diferencias individuales en

Abstract

Validity and Reliability of two Working Memory Tests: Arithmetic Amplitude and Counting: Working Memory is a memory system involved in the storage and concurrent processing of information (Baddeley, 2000). Arithmetic Span (Conway et al., 2005) and Counting Span (Conway, et al. 2005) are two traditional verbal working memory capacity tasks. The aim of this article is to present reliability and validity data of Arithmetic and Counting Span Tasks. They were administered, along with Reading Span task, to 88 university students with a mean age of 23.10 years. The reliability analysis showed an excellent internal consistency, and a one factor model with a very good fit to the data was observed using a confirmatory factor analysis. These results indicate that both tasks are reliable and valid measures to assess verbal working memory capacity.

Key Words:

Working Memory; Counting Span; Arithmetic Span; Adaptation.

la cognición compleja, como el razonamiento abstracto o la comprensión del lenguaje (Burton & Daneman, 2007; Calvo, 2004; Colom, Rebollo, Palacios, Juan-Espinosa, & Killonen, 2004; Conway, Cowan, Bunting, Theriault, & Minkoff, 2002; Friedman & Miyake, 2004).

Según Just y su grupo de colaboradores (Just & Carpenter, 1992; Just, Carpenter & Keller, 1996), y más actualmente Engle y colaboradores (Engle, 2001; 2010; Engle, Kane, & Tuholski, 1999), la memoria de trabajo es un mecanismo de recursos compartidos de almacenamiento y procesamiento, entendido como una

* Enviar correspondencia a: Barreyro, J.P.
E-mail: jbarreyro@psi.uba.ar

capacidad general cuyo monto total disponible varía entre individuos. En este sentido, la capacidad de la memoria de trabajo se refiere a la cantidad máxima de activación disponible para soportar ambas funciones, que posibilita mantener activos los productos de los procesos cognitivos mientras se llevan a cabo operaciones sobre nuevos estímulos, permitiendo de este modo relacionar información temporalmente distante (Calvo, 2001; Estévez & Calvo, 2000; Savage, Lavers, & Pillay, 2007).

Just y Carpenter (1992) plantean un modelo computacional conexionista donde tanto las funciones de almacenamiento temporal como de procesamiento concurrente consumen de un recurso general de memoria de trabajo, llamado "activación". Esta capacidad se expresa como el monto máximo de activación disponible de memoria de trabajo para sobrellevar las funciones verbales de almacenamiento y procesamiento. Por esta razón es un modelo acerca de la capacidad verbal de la memoria de trabajo.

La memoria de trabajo juega, así, un rol crítico en el almacenamiento de los productos finales e intermedios de las operaciones y procesos cognitivos (Just & Carpenter, 1992; Just et al., 1996). Siguiendo el modelo de Just y Carpenter (1992), en la comprensión del lenguaje, la memoria de trabajo permite mantener activa la información producida por los procesos de decodificación básica de la comprensión, mientras se construyen e integran las ideas de las palabras y oraciones de un texto o un discurso. En este modelo, cada elemento representado tiene asociado un nivel de activación. Un elemento puede representar una palabra, una frase, una proposición, una estructura gramatical, e incluso la representación de un objeto del mundo externo. Durante la comprensión del lenguaje, la información puede ser activada como parte de un proceso determinado de lectura, o puede ser reactivada desde la memoria de largo plazo. Mientras el nivel de activación de un elemento esté por encima de cierto valor mínimo, o umbral de activación, dicho elemento será considerado parte de la memoria de trabajo y, en consecuencia, estará disponible para su procesamiento. Sin embargo, si el monto total de activación posibilitado por el sistema es menor que el monto requerido para desempeñar una tarea de comprensión, entonces parte de la activación que se encuentra manteniendo elementos antiguos se desasignará, produciendo como efecto el olvido de esos elementos. Así, la representación de una oración construida tempranamente, durante la lectura podría ser olvidada

en el momento que sea necesaria para su correcta comprensión en estadios posteriores.

Para evaluar diferencias individuales en capacidad verbal de memoria de trabajo, tradicionalmente se ha utilizado la tarea de Amplitud de Lectura (Reading Span Task; Daneman & Carpenter, 1980), que fue construida con el objetivo de que un participante lleve a cabo tareas que consuman en simultáneo recursos de procesamiento y almacenamiento. La tarea consiste en leer un conjunto de oraciones no relacionadas entre sí, por ejemplo: "Ayer todo el pueblo fue a la plaza para escuchar el discurso del obispo", "Por haber aprobado todas la materias, su abuelo le regaló una preciosa agenda". Luego de leer estas dos oraciones, el participante debe intentar recordar las palabras finales de cada oración, en este caso "obispo" y "agenda". La tarea permite obtener un valor de amplitud de memoria de trabajo representado por el número máximo de palabras que un participante puede recordar (Barreyro, Burin, & Duarte, 2009).

La Tarea de Amplitud de Lectura, elaborada por Daneman y Carpenter (1980), es una de las primeras tareas construidas para evaluar la capacidad de la memoria de trabajo. En su trabajo original, ellos encontraron que la tarea presentaba mejores correlaciones con la comprensión lectora en comparación con tareas que evaluaban, únicamente, la capacidad de almacenamiento (*Span* de Palabras). Así la función de la memoria de trabajo se vuelve evidente en tareas que involucran almacenamiento temporal de información para la realización de procesos, tan diversos, como la comprensión lectora y el razonamiento (Unsworth & Engle, 2007). Dada la necesidad, entonces, de los recursos de memoria de trabajo en los procesos cognitivos de alto nivel jerárquico, los investigadores, a partir de los años '90, comenzaron a sostener la hipótesis que diferencias individuales en capacidad de memoria de trabajo podrían explicar el desempeño de los participantes en otras tareas cognitivas. Así gran cantidad de trabajos han mostrado que el desempeño en las tareas complejas de span de memoria de trabajo, como la Tarea de Amplitud de Lectura, se relaciona con las variaciones en el aprendizaje de nuevo vocabulario (Daneman & Creen, 1986), aprendizaje de idioma informático (Kyllonen & Stephens, 1990; Shute, 1991) como también con las puntuaciones obtenidas en los test de aptitudes escolares, como el SAT (Scholastic Aptitude Test, Turner & Engle, 1989), además del largo cuerpo de trabajos dedicados a examinar la relación con

medidas de inteligencia fluida o g (Ackerman, Beier, & Boyle, 2002; Conway et al., 2002; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Kane et al., 2004; Kyllonen & Christal, 1990; Unsworth & Engle, 2005)

Con el propósito de disponer de una mayor cantidad de medidas de capacidad de memoria de trabajo para estudiar la relación con otros procesos cognitivos de alto nivel jerárquico o sus subprocesos, diferentes investigadores desarrollaron nuevas medidas de *span* basadas en los mismos principios que la tarea de Amplitud de Lectura diseñada por Daneman y Carpenter (1980), así surgen las prueba de Amplitud Aritmética (Arithmetic Span Task; Conway et al., 2005; Turner & Engle, 1989), Amplitud de conteo (Counting Span Task; Case, Kurland, & Goldberg, 1982; Conway et al., 2005), Amplitud Rápida de Estímulos (Running Span Task; Broadway & Engle, 2010) o Amplitud Simétrica (Symmetry Span Task, Kane et al., 2004; Heitz & Engle, 2007).

Debido a la relación encontrada entre la memoria de trabajo y las habilidades cognitivas de alto nivel jerárquico, como el razonamiento y la comprensión lectora, la evaluación de este constructo teórico en el ámbito neuropsicológico y psicopedagógico se ha tornado relevante. En la actualidad medidas para evaluar de manera rápida y sencilla la memoria de trabajo, como la prueba de ordenamiento dígito-letra, la prueba de dígitos directos y dígitos inverso, pueden ser encontradas para su administración en baterías de evaluación de la Inteligencia, como la Batería de Evaluación para niños de Kaufman (K-abc, Kaufman Assessment Battery for Children, 1983), en el Test de Inteligencia para niños de Weschler (WISC-III, 1994), en el Test de Inteligencia para adultos de Weschler (WAIS III, Wechsler, 2003), en la Escala de Memoria de Weschler (Wechsler Memory Scale-Revised, Wechsler & Stone, 1987) o en baterías de evaluación neuropsicológica como la INECO Frontal Screening (Torralva, Roca, Gleichgerricht, López, Manes, 2009). Si bien estas pruebas constituyen medidas válidas y confiables para evaluar memoria de trabajo, en la actualidad las baterías mencionadas no cuentan pruebas de *span* que evalúen la capacidad de la misma, las pruebas complejas de *span* de memoria de trabajo se caracterizan por comprometer recursos de almacenamiento y procesamiento concurrente, donde la actividad a realizar se haya relacionada con un proceso cognitivo de orden superior, como comprender y realizar un juicio semántico (Amplitud de Lectura), resolver un problema aritmético (Amplitud Aritmética),

contar un número definido de ítems (Amplitud de Conteo), o resolver un problema de simetría espacial (Amplitud Simétrica), o inhibir información de estímulos irrelevantes (Amplitud Rápida de Estímulos). Por esta característica las pruebas de *span* complejo se vuelven pruebas más fieles teóricamente y son las más utilizadas en experimentación para estudiar la relación entre la capacidad de la memoria de trabajo y procesos cognitivos de orden superior (Conway et al., 2005; Engle, 2001, 2010; Unsworth & Engle, 2007)

La prueba Amplitud de Conteo (Counting Span Task; Case, Kurland, & Goldberg, 1982; Conway et al., 2005), y la prueba Amplitud Aritmética (Arithmetic Span Task; Conway et al., 2005; Turner & Engle, 1989) son otras dos medidas que permiten evaluar la capacidad de la memoria de trabajo verbal (Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Just & Carpenter, 1992; Unsworth & Engle, 2007). En nuestro medio no se cuentan con versiones adaptadas para ambas tareas en adultos, a excepción de la tarea Amplitud Numérica (semejante a la prueba Amplitud de Conteo) adaptada al español para niños desde seis a once años dentro de la Batería Automatizada de Memoria de Trabajo (Automated Working Memory Assessment; Injoque-Ricle, Calero, Alloway, & Burin, 2011). Por esta razón, el propósito del presente artículo es, en primer lugar adaptar los estímulos de la prueba al español rioplatense, y en segundo lugar obtener datos acerca de la confiabilidad y la validez convergente de dos tareas de capacidad de memoria de trabajo verbal, la tarea Amplitud de Conteo y la tarea Amplitud Aritmética, en nuestro medio.

2. Método

2.1. Participantes

Se trabajó con 88 alumnos de primer año de Psicología de la Universidad de Buenos Aires (43 varones -47.72%- y 45 mujeres), quienes participaron de forma voluntaria y anónima de la experiencia a cambio de un crédito académico durante el transcurso de la materia Psicología General I. El promedio de edad de la muestra fue de 23.10 años ($DE = 3.97$).

2.2. Instrumentos

Amplitud Aritmética (Conway, et al., 2005; Turner & Engle, 1989). Consiste en presentar, en pantalla de computadora y de a uno por vez, problemas aritméticos simples seguidos de palabras. El participante tiene que resolver problemas aritméticos, retener la palabra que se presenta a continuación, y después evocarla. Por ejemplo: “¿Es $2 + 1 = 3$? Perro”. El participante debe

leer la ecuación en voz alta y verificar si es correcta o no, diciendo “sí” o “no”, e inmediatamente después tiene que leer en voz alta la palabra. Luego se le pide que recuerde la palabra leída en cada problema presentado, en el mismo orden en el que aparecieron. La prueba consta de tres ensayos de práctica y niveles de series de dificultad creciente: dos, tres, cuatro y cinco problemas a resolver. Cada nivel tiene tres ensayos. Cuando el participante recuerda correctamente las palabras de por lo menos dos de los tres ensayos de un mismo nivel, se pasa al nivel superior. El test consta de siete problemas y palabras a recordar durante la práctica y 42 problemas simples y palabras a recordar durante la prueba. Como toda tarea de capacidad de memoria de trabajo, involucra almacenamiento (retención de las palabras) y procesamiento de información (resolver la ecuación simple).

Amplitud de conteo (Case, et al., 1982; Conway, et al., 2005). Consiste en presentar láminas que contienen una serie de estímulos (círculos azules -estímulos de prueba-, círculos celestes y cuadrados azules -estímulos distractores-) en pantalla de computadora una por vez. El sujeto tiene que contar en voz alta los estímulos de prueba -círculos azules- y retenerlos; luego de varias láminas en las que tienen que realizar el mismo procedimiento, el participante debe decir en voz alta la cantidad de estímulos de prueba que había en cada una de las láminas, en el mismo orden en que se presentaron. Cada lámina puede contener una cantidad de estímulos de prueba que va de tres a nueve. La tarea consta de tres ensayos de práctica y seis niveles con series de láminas de tres ensayos cada una. La cantidad de láminas presentadas en cada serie va aumentando de a una, a medida que aumenta el nivel de dificultad de la tarea, comenzando por dos láminas y terminando en el último nivel con ensayos de seis láminas. Cuando el participante resuelve correctamente (recuerda correctamente) por lo menos dos de los tres ensayos de un mismo nivel, pasa al superior. La prueba consta de un total de siete láminas de práctica y 60 láminas de prueba. Al igual que cualquier tarea de capacidad de memoria de trabajo, involucra almacenamiento (retención de los números contados de cada lámina) y procesamiento concurrente (conteo en voz alta en cada lámina de la serie de estímulos de prueba).

Amplitud de Lectura (Barreyro et al., 2009). Permite medir la capacidad de memoria de trabajo verbal. En esta tarea se pide a los sujetos que lean una serie de frases al mismo tiempo que intentan retener la palabra final de cada una de las frases, que tendrán que

ser recuperadas al final de la lectura de la serie de oraciones. El tamaño de la serie (el número de oraciones que la componen, y por ende, el número de palabras a recordar) va incrementándose sistemáticamente de a un ítem y oración por serie. Esta tarea se administró con el propósito de evaluar las evidencias a favor de la validez convergente de las tareas en el proceso de adaptación. En la adaptación y validación realizada por Barreyro et al. (2009), los autores informan una muy buena confiabilidad por consistencia interna de los datos (*Alpha* de Cronbach = .95), y con respecto a su validez la prueba converge con las pruebas verbales de memoria evaluadas (dígitos directos, dígitos inverso, ordenamiento dígito-letra) en el análisis de correlación y factorial, y se disocia de las pruebas viso-espaciales (amplitud viso-espacial adelante y atrás).

2.2.1. Adaptación

Para la construcción del material de la prueba Amplitud Aritmética se adaptaron al español rioplatense las palabras de la versión construida por Conway et al. (2005), confeccionando nuevos ensayos a partir de las recomendaciones del autor, esto es, nuevas ecuaciones con una división o una multiplicación y a continuación una suma o una resta, siempre de una cifra. Con respecto a la prueba Amplitud de conteo, se construyeron nuevas láminas siguiendo las recomendaciones de Engle (2001), quien sugiere que cada lámina debe contener entre uno y nueve cuadrados azules y uno y cinco círculos celestes -estímulos distractores-, ya que la versión original sólo contenía dos ensayos por nivel.

En ambas tareas, el criterio de puntuación utilizado fue el equivalente a los propuestos por Conway et al. (2005) y Engle (2001) que indican que si un participante resuelve (recuerda) correctamente por lo menos dos de los tres ensayos dentro de un mismo nivel pasa al nivel siguiente, obtiene la puntuación de *span* correspondiente a ese nivel. Si realiza bien sólo un ensayo del nivel siguiente, se le asigna medio punto más al *span*, sumados al nivel alcanzado previamente, y se interrumpe la tarea. Si no realiza ningún ensayo bien, su puntaje es igual al nivel de la serie anterior. En todos los casos, se contabilizan además todos los números o palabras recordados hasta ese nivel. Las pruebas permiten entonces obtener dos puntuaciones, por un lado, el *span* o la amplitud de memoria, que representa la cantidad de palabras o números que mantiene activos una persona mientras lleva a cabo una tarea concurrente y, por otro, la cantidad total de palabras o números

recordados correctamente.

2.4. Procedimiento

En una única sesión individual, que se acordaba previamente con cada voluntario, los participantes realizaron todas las tareas de memoria con una duración de entre 20 y 30 minutos. Se contrabalanceó el orden de la presentación de las tareas con el fin de eliminar cualquier sesgo producido por las mismas.

2.5. Análisis de datos

Para medir la confiabilidad por consistencia interna se estimó el *Alpha* de Cronbach. Con respecto a la validez de las pruebas se realizaron dos análisis para evaluar la existencia de evidencias a favor de validez convergente. En primer lugar, se hizo un análisis de correlaciones utilizando el estadístico *Rho* de Spearman, seguido de un análisis factorial confirmatorio. Los índices de ajuste utilizados para este análisis se basaron en convenciones y recomendaciones (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1998; Jaccard & Wan, 1996; Kline, 1998): Chi Cuadrado (χ^2), *Adjusted of Goodness of Fit Index* (AGFI), *Tucker-Lewis Index* (TLI) y *Root Mean Squared Error of Approximation* (RMSEA). Chi cuadrado es una medida de bondad de ajuste basada en la comparación entre la matriz de covarianza de un modelo propuesto y la matriz de covarianza de los datos. Un buen ajuste del modelo es indicado por estadístico no significativo (Hu & Bentler, 1999). AGFI representa el grado de ajuste conjunto del modelo a los datos, estimando la razón obtenida entre los grados de libertad del modelo propuesto y los grados de libertad del modelo nulo, un nivel aceptable y recomendado es un valor mayor o igual a .90 (Hair, et al., 1998). TLI es una de las medidas de bondad de ajuste menos afectadas por el tamaño de la muestra, porque no incluye los grados de libertad del modelo en su ecuación, al igual que AGFI, valores superiores o iguales a .90 indican un buen modelo (Hair, et al., 1998). RMSEA representa el nivel de discrepancia entre el modelo y los datos, teniendo en cuenta los residuos; valores inferiores a .06 indican un buen ajuste del modelo (Hu & Bentler, 1999).

3. Resultados

De las puntuaciones obtenidas de las pruebas adaptadas se analizó, en primer lugar, las distribuciones. Ambas pruebas mostraron distribuciones que se alejaron significativamente de la distribución normal asintótica. En la Tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos de las pruebas de memoria y de normalidad mediante la prueba Z de Kolmogov-Smirnov (*K-S*).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las pruebas de memoria.

	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>K-S</i>
Amplitud de Lectura (<i>Span</i>)	3.22	0.75	0.28	-0.35	1.51*
Amplitud de Lectura (Palabras)	19.31	8.93	0.59	-0.32	2.16***
Amplitud Aritmética (<i>Span</i>)	3.20	0.84	0.26	-0.26	1.65*
Amplitud Aritmética (Palabras)	19.14	9.86	0.78	-0.36	2.17***
Amplitud de conteo (<i>Span</i>)	3.85	0.83	-0.12	-0.69	1.75**
Amplitud de conteo (Números)	27.19	10.48	0.01	-1.30	1.57*

Nota. A = asimetría; C = curtosis. * $p < .05$; ** $p < .01$, *** $p < .001$

En cuanto las propiedades psicométricas de los instrumentos, la tarea Amplitud de conteo obtuvo un valor alto de *Alpha* de Cronbach (.96), al igual que la tarea Amplitud Aritmética (*Alpha* de Cronbach = .95), indicando en ambos casos una muy buena consistencia interna de los ítems.

Con respecto a la validez convergente de las pruebas, el análisis de correlaciones muestra asociaciones significativas entre todas las tareas de memoria (ver Tabla 2). Esto sugiere que la tarea Amplitud Aritmética y Amplitud de conteo cuentan con evidencias a favor de la validez convergente. Este resultado se verificó posteriormente con el análisis factorial confirmatorio.

Tabla 2. Correlaciones entre las pruebas de memoria.

	2	3	4	5	6
1. Amp. de Lectura (<i>Span</i>)	.97**	.52**	.59**	.37**	.38**
2. Amp. de Lectura (Palabras)	-	.51**	.56**	.36**	.38**
3. Amp. Aritmética (<i>Span</i>)		-	.95**	.35**	.36**
4. Amp. Aritmética (Palabras)			-	.36**	.39**
5. Amp. de conteo (<i>Span</i>)				-	.95**
6. Amp. de conteo (Números)					-

Con el objetivo de obtener un factor latente que explique las pautas de inter-correlaciones obtenidas se realizó el análisis factorial confirmatorio (Clark-Carter, 1997). Con este propósito se puso a prueba un modelo en el que las puntuaciones tanto del *span* de las pruebas como de la cantidad de palabras o números recordados cargaban al factor propuesto de esa prueba, obteniendo así tres factores latentes, uno por cada prueba, estos a su vez, cargaban a un único factor latente, que representa a la capacidad de la memoria de trabajo verbal.

Los resultados del análisis de ecuaciones estructurales mostraron que el modelo presentó un excelente ajuste a los datos $\chi^2_{(6)} = 4.66$, $p = .59$; AGFI = .94, TLI = .99 y RMSEA = .00. Respecto de los pesos de regresión, se encontró una muy buena carga factorial de los factores de primer orden a las pruebas, superiores a .90 en todos los casos; y respecto de la carga factorial del factor de segundo orden a los factores latentes de

primer orden, se encontró que el factor definido como de capacidad verbal de memoria de trabajo saturó en .76 al factor de amplitud aritmética, .75 al factor de

amplitud de lectura y .57 al factor de amplitud de conteo.

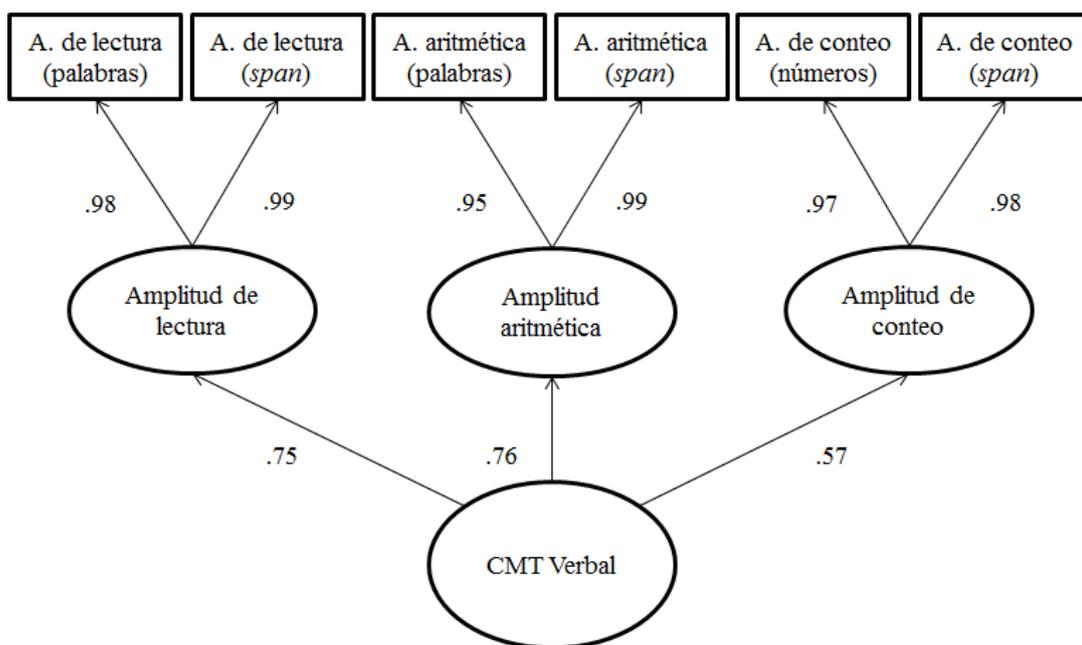


Figura 1. Modelo de segundo orden de las tareas de memoria de trabajo.

4. Discusión

El objetivo de este trabajo fue obtener fue adaptar los estímulos de las pruebas de amplitud aritmética y amplitud de conteo al español local siguiendo las recomendaciones propuestas por los autores, y brindar datos acerca de las propiedades psicométricas. Para ello se llevó un análisis de los ítems, con el objetivo de medir su confiabilidad por consistencia interna. Luego se efectuó un análisis de correlaciones, seguido de un análisis factorial confirmatorio, ambos con la finalidad de obtener evidencias a favor de la validez convergente de los instrumentos. Los resultados indican que tanto la tarea Amplitud Aritmética como la tarea Amplitud de Conteo pueden considerarse medidas adecuadas, válidas y confiables para evaluar la capacidad verbal de la memoria de trabajo, esto es, el monto máximo de activación disponible de memoria de trabajo para sobrellevar las funciones verbales de almacenamiento y procesamiento concurrente, en población general adulta, y lo hacen manteniendo las mismas características de las tareas originales de Conway et al.

(2005). Ambas tareas mostraron una muy buena fiabilidad y evidencias de validez convergente. Dichas evidencias fueron obtenidas mediante dos análisis. Por un lado, a partir del análisis de correlaciones en el que se observaron asociaciones significativas entre las dos tareas y la medida externa utilizada, y por el otro, a partir del resultado del análisis factorial confirmatorio en el que se encontró un excelente ajuste a los datos de un modelo unifactorial en el que todas las tareas se agruparon en un único factor latente definido como de capacidad verbal de memoria de trabajo.

Al observar los resultados de confiabilidad de los autores originales (Kane et al., 2004) se observa una muy buena confiabilidad por consistencia interna de los ítems para la prueba de amplitud aritmética (*Alpha* de Cronbach = .80), como también para la prueba de amplitud de conteo (*Alpha* de Cronbach = .77). Consistencias internas de similares magnitudes han sido reportadas en una gran cantidad de trabajos sobre las mismas pruebas, Conway et al. (2002), Engle, Tuholski, et al. (1999), Hambrick y Engle (2002), Miyake, Friedman, Rettinger, Shah y Hegarty (2001), y

Oberauer, Süß, Schulze, Wilhelm y Wittmann (2000). En este sentido, si bien los resultados obtenidos de consistencia interna en este trabajo son mejores, se ubican en la misma línea respecto de los autores originales y los demás trabajos.

En relación con la validez, diversos trabajos que utilizan análisis factorial confirmatorio (Conway et al., 2005; Unsworth & Engle, 2007, Unsworth, Redick, Heitz, Broadway & Engle, 2009) y que emplean las pruebas de amplitud de lectura, amplitud aritmética y amplitud de conteo muestran que las mismas pruebas se agrupan en un mismo factor, y que se relacionan significativamente con un factor de inteligencia fluida o *g*. En esta misma línea distintos trabajos (Conway et al. 2002; Conway et al., 2005; Engle, Tuholski, et al., 1999; Kane et al., 2004) han mostrado que las pruebas mencionadas de memoria se correlacionan significativamente con pruebas clásicas de inteligencia fluida o *g*, como el test de matrices progresivas de Raven. De acuerdo con Engle, Tuholski, et al. (1999) la tarea amplitud de lectura se correlaciona con *g* con un valor de $r = .28$, la tarea de amplitud de conteo con un valor de $r = .32$, y la amplitud aritmética con un valor de $r = .34$. En la misma línea Conway et al. (2002) reporta para la prueba de amplitud de lectura un valor de $r = .15$, para amplitud de conteo $r = .38$ y para amplitud aritmética $r = .20$, y Kane et al. (2004) reporta para la prueba de amplitud de lectura un valor de $r = .30$, para amplitud de conteo $r = .25$ y para amplitud aritmética $r = .32$. Trabajos en la misma línea de los autores anteriormente presentados serán requeridos para detectar el aporte de cada una de las pruebas a los factores fluidos de inteligencia en nuestra población, dado que la agrupación encontrada en el presente trabajo entre las medidas de memoria utilizando análisis factorial confirmatorio se encuentra en la misma línea.

Se puede afirmar así, que las pruebas de amplitud aritmética y amplitud de conteo son útiles para la evaluación en población general del estudio de las relaciones entre memoria de trabajo y procesos psicológicos de orden superior, como la comprensión lectora y el razonamiento, pero también como herramienta de evaluación y estudio en neuropsicología. Por esta razón se espera que resulten de utilidad al conjunto de profesionales e investigadores interesados en herramientas rápidas y de fácil implementación para la evaluación de la capacidad verbal de memoria de trabajo.

Agradecimiento

El presente trabajo fue realizado en el marco del Proyecto UBACyT 2011-2014 N° 20020100200021, otorgado al primer autor del trabajo.

Referencias

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2002). Individual differences in working memory within a nomological network of cognitive and perceptual speed abilities. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 567-589.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Barreyro, J. P., Burin, D. I., & Duarte, D. A. (2009). Capacidad de la memoria de trabajo verbal: Validez y Confiabilidad de una tarea de Amplitud de lectura. *Interdisciplinaria*, 26(2), 207-228.
- Broadway, J. M. & Engle, R. W. (2010). Validating running memory span: Measurement of working memory capacity and links with fluid intelligence. *Behavior Research Methods*, 42(2), 563-570.
- Burton, C., & Daneman, M. (2007). Compensating for a limited Working memory capacity during reading: Evidence from eye movements. *Reading Psychology*, 28, 163-186.
- Calvo, M. G. (2001). Working memory and inferences: Evidence from eye fixations during reading. *Memory*, 9, 365-381.
- Calvo, M. G. (2004). Relative contribution of vocabulary knowledge and working memory span to elaborative inferences in reading. *Learning and Individual Differences*, 15, 53-65.
- Case, R., Kurland, M., & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.
- Clark-Carter, D. (1997). *Doing quantitative psychological research: From design to report*. East Sussex: Psychology Press.
- Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinoso, M., & Killonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by *g*. *Intelligence*, 32, 277-296.
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 163-183.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Zach, D., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span task: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 769-786.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual

- differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M., & Green, I. (1986). Individual differences in comprehending and producing words in context. *Journal of Memory and Language*, 25, 1-18.
- Engle, R. W. (2001). What is Working Memory Capacity? In H. L. Roediger, J. S. Nairne, I. Neath & A. M. Surprenant (Eds.), *Essays in honor of Robert G. Crowder. Science conference series* (pp. 331-349). Washington, DC: APA.
- Engle, R. W. (2010). Role of working-memory capacity in cognitive control. *Current Anthropology*, 1, 17-26.
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). New York: Cambridge University Press.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 309-331.
- Estévez, A., & Calvo, M. G. (2000). Working memory capacity and time course of predictive inference. *Memory*, 8, 51-61.
- Friedman, M., & Miyake, A. (2004). The reading span test and its predictive power for reading comprehension ability. *Journal of Memory and Language*, 51, 136-158.
- Hair, F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis with readings*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2002). Effects of domain knowledge, working memory capacity, and age on cognitive performance: An investigation of the knowledge-is-power hypothesis. *Cognitive Psychology*, 44, 339-384.
- Heitz, R. P. & Engle, R. W. (2007). Focusing the spotlight: Individual differences in visual attention control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 217-240.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Ilkowska, M., & Engle, R. W. (2010). Trait and state differences in working memory capacity. In A. Gruszka, G. Matthews & B. Szymura (Eds.), *Handbook of Individual Differences in Cognition. Attention, Memory, and Executive Control* (pp. 295-320). Springer, NY: Springer Science + Business Media.
- Injoque-Ricle, I., Calero, A., Alloway, T. P., & Burin, D. I. (2011). Assessing Working Memory in Spanish-Speaking Children: Automated Working Memory Assessment Adaptation. *Learning and Individual Differences*, 21, 78-84.
- Jaccard, J., & Wan, C. K. (1996). *LISREL approaches to interaction effects in multiple regression*. Thousand Oaks, USA: Sage Publications.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149.
- Just, M. A., Carpenter, P. A., & Keller, T. A. (1996). The capacity theory of comprehension: New frontiers of evidence and arguments. *Psychological Review*, 103, 773-780.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 189-217.
- Kaufman, A.S., Kaufman, N.L. (1983). *Batería de evaluación de Kaufmann para niños*. Madrid: TEA Editores.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity? *Intelligence*, 14, 389-433.
- Kyllonen, P. C., & Stephens, D. L. (1990). Cognitive abilities as determinants of success in acquiring logic skill. *Learning and Individual Differences*, 2, 129-160.
- Kline, R. B. (1998). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: Guilford Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 621-640.
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Schulze, R., Wilhelm, O., & Wittmann, W. W. (2000). Working memory capacity: Facets of a cognitive ability construct. *Personality & Individual Differences*, 29, 1017-1045.
- Redick, T. S., & Engle, R. W. (2011). Integrating working memory capacity and context-processing views of cognitive control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64, 1048-1055.
- Savage, R., Lavers, N., & Pillay, V. (2007). Working Memory and Reading Difficulties: What We know and What We Don't Know About the Relationship. *Educational Psychology Review*, 19, 185-221.
- Shah, P., & Miyake, A. (1999). Models of Working Memory: An Introduction. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shute, V. J. (1991). Who is likely to acquire programming skills? *Journal of Educational Computing Research*, 7, 1-24.
- Torralva, T., Roca, M., Gleichgerricht, E., López, P. & Manes, F. (2009). INECO Frontal Screening (IFS): A

- brief, sensitive and specific tool to assess executive functions in dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15, 1-11.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2005). Working memory capacity and fluid abilities: Examining the correlation between operation span and raven. *Intelligence*, 33, 67-81.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: Active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, 114, 104-132.
- Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M. & Engle, R. W. (2009). Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory*, 17(6), 635-654.
- Wechsler D. (1994). *Test de inteligencia para niños WISC-III*. Buenos Aires: Paidós.
- Wechsler, D. (2003). *WAIS III. Test de Inteligencia para Adultos*. Buenos Aires: Paidós.
- Wechsler, D. & Stone, C. P. (1987). *Wechsler Memory Scale – Revised*. New York: The Psychological Corporation.