

# Componentes de la memoria de trabajo y su relación con el cálculo mental

## *Working memory components and its relationship with mental arithmetic*

Injoque-Ricle, Irene<sup>1, 2</sup>; Barreyro, Juan Pablo<sup>1, 2</sup>; Formoso, Juan<sup>1</sup>; Burín, Débora Inés<sup>1, 2</sup>

---

### RESUMEN

El cálculo mental consiste en la realización de cálculos matemáticos sin ningún tipo de apoyatura externa, e implica el reconocimiento de la operación aritmética, la activación en la memoria de largo plazo del procedimiento específico de cómo realizarla y de los hechos aritméticos, el sostenimiento temporal en la memoria de los resultados parciales, y de los acarreo de esos resultados. Involucra la puesta en marcha de una variedad de funciones cognitivas, como la memoria de trabajo, que es un sistema activo, responsable del almacenamiento temporal y procesamiento simultáneo de información al servicio de tareas cognitivas complejas. Según el modelo clásico de Baddeley y Hitch (1974), la memoria de trabajo está compuesta por el ejecutivo central, el bucle fonológico y la agenda viso-espacial. El objetivo de este trabajo es estudiar la relación entre los componentes de la memoria de trabajo y el cálculo mental. Para ello se administró a 100 estudiantes universitarios una tarea de cálculo mental junto con la Batería Informatizada de Memoria de Trabajo (BIMET). Los resultados mostraron que de los componentes de la memoria de trabajo es la agenda viso-espacial la que no está relacionada ni tiene un peso en la resolución de tareas de cálculo mental.

**Palabras clave:** Cálculo mental - Memoria de trabajo - Memoria de corto plazo

### ABSTRACT

Mental arithmetic involves the realization of mathematical operation without any external support. Implies the recognition of the math operation, the activation of its procedure and of arithmetical facts from long term memory, the storing of the partial results and carryings. A variety of cognitive functions, such as working memory, are involved in mental arithmetic. Working memory is an active system responsible of temporal storage and simultaneous processing of information, and it's at service of complex cognitive tasks. According to classic Baddeley and Hitch's working memory model (1974), this memory system includes a central executive, a phonological loop and a visuospatial sketchpad. The aim of this work is to study the relationship of working memory components and mental arithmetic. A mental arithmetic task along with the Informatized Battery of Working Memory (BIMET) was administered to 100 university students. Results showed that the only component of working memory that wasn't related to mental arithmetic was the visuospatial sketchpad.

**Keywords:** Mental arithmetic - Working memory - Short term memory

---

<sup>1</sup>. Instituto de Investigaciones, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires

<sup>2</sup>. CONICET

Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Datos de contacto: Dra. Irene Injoque-Ricle, E-Mail: iinjoque@psi.uba.ar

---

El cálculo mental es un proceso involucrado en muchas situaciones cotidianas, sobre todo en el ámbito académico y laboral. Consiste en la realización de cálculos matemáticos sin ningún tipo de apoyatura externa, tal como lápiz y papel, calculadoras o procesadores de cálculo, e implica el reconocimiento de la operación aritmética a realizar (suma, resta, multiplicación o división). Este proceso involucra la activación en la memoria de largo plazo del procedimiento específico de cómo realizar dicha operación y de los hechos aritméticos, que son resultados de operaciones simples que están automatizadas (ej.:  $2 + 2 = 4$  o  $3 \times 3 = 9$ ), también del sostenimiento temporal en la memoria de los resultados parciales (en el caso de tratarse de un problema que implique múltiples pasos), y de los acarreo de esos resultados en el caso de tener que incluirlos en el paso siguiente del problema (ej.: para realizar el primer paso de  $259 + 324$ , tengo que sumar  $9 + 4 = 13$ , mantener en mi memoria el resultado parcial "3" y acarrear la decena para el paso siguiente que es sumar  $5 + 2$ ). Como todo proceso cognitivo complejo, involucra la puesta en marcha de una variedad de funciones cognitivas. Una de las habilidades cognitivas más estudiadas en relación al cálculo mental es la memoria de trabajo, un sistema activo, responsable del almacenamiento temporal y procesamiento simultáneo de información que permite el control, la regulación y el mantenimiento activo de información relevante para la ejecución de tareas cognitivas complejas (Baddeley, Eysenck, & Anderson, 2009; Shah & Miyake, 1999). Según el modelo clásico de Baddeley y Hitch (Baddeley, 1986, 1999, 2007; Baddeley & Hitch, 1974), la memoria de trabajo se compone de dos subsistemas de modalidad específica para el mantenimiento por breves períodos de tiempo de material verbal y viso-espacial: el bucle fonológico y la agenda viso-espacial, respectivamente; y un sistema ejecutivo de supervisión y control inespecífico amodal: el ejecutivo central. Desde el modelo de Baddeley, las investigaciones han estudiado aspectos de mantenimiento de la memoria de trabajo, de modalidad específica, que se corresponde con el concepto tradicional de memoria de corto plazo, y aspectos de procesamiento concurrente de información, que denominan memoria de trabajo propiamente dicha (e.g. Baddeley, 1992, 2007; Conway, Cowan, Bunting, Theriault, & Minkoff, 2002; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Gathercole & Baddeley, 1989; Gathercole & Hitch, 1993; Papagno & Vallar, 1992; Swanson & Howell, 2001). En función de esto, si utilizan pruebas de almacenamiento de información verbal llevada a cabo por el bucle fonológico, dicen estar midiendo la memoria de corto plazo verbal, mientras que, si utilizan pruebas de almacenamiento y procesamiento concurrente, en las que está involucrado el ejecutivo central, dicen estar midiendo la memoria de trabajo verbal. Lo mismo sucede cuando la información almacenada y/o manipulada es viso-espacial, hablando entonces de memoria de corto plazo viso-espacial o de memoria de trabajo viso-espacial.

La demanda en memoria de trabajo para la resolución de los problemas de cálculo mental va a depender de la complejidad de los problemas, que depende de la canti-

dad de pasos para su resolución, y del tamaño de los números u operando incluidos en el problema (Ashcraft & Krause, 2007; Zbrodoff & Logan, 2005).

Según los resultados de un estudio realizado por Fürst y Hitch (2000) siguiendo el modelo clásico de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974), el bucle fonológico se encarga del almacenamiento temporal de la información durante la resolución del problema, y el ejecutivo central es el responsable, entre otras cosas, del acarreo y de la suma mental. DeStefano y LeFevre (2004) plantean que incluso la resolución mental de problemas de un dígito requieren de recursos del ejecutivo central. Fürst y Hitch (2000) mencionan, aunque no lo estudian, que el almacenamiento de información durante el cálculo mental puede darse también en la agenda viso-espacial. La agenda viso-espacial puede ser utilizada como un pizarrón mental en donde los operandos son encolumnados para poder realizar la operación aritmética correspondiente y donde se realizan anotaciones mentales acerca de los acarreo o subproductos del procedimiento (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007; McLean & Hitch, 1999), pero son pocos los estudios que apoyan esta afirmación. En esta línea, Kytälä, y Lehto (2008) encontraron en un estudio con 135 adolescentes de 15-16 años, la memoria de corto plazo viso-espacial predice el rendimiento en tareas de cálculo mental, aunque no incluyeron en el diseño tareas verbales de memoria de trabajo.

Passolunghi y Cornoldi (2008) encontraron en un estudio con niños de tercer y quinto grado con dificultades en la resolución de problemas aritméticos, que, en comparación con un grupo control, estos niños tenían un rendimiento más bajo en tareas que implican almacenamiento y procesamiento concurrente de información, independientemente de su modalidad. Por otro lado, realizaron un análisis de las estrategias utilizadas por estos niños a la hora de realizar cálculos mentales, y encontraron que los niños de tercer grado utilizaban estrategias tanto verbales como visuales, mientras que los chicos más grandes utilizaban estrategias de visualización.

El objetivo de este trabajo es estudiar en qué medida se relacionan los componentes de la memoria de trabajo con la resolución de problemas de cálculo mental, específicamente explorando un modelo de relaciones entre los componentes de memoria de trabajo con el cálculo mental con la finalidad de explorar cuál es el peso de la relación de cada uno de los componentes de la memoria de trabajo con la resolución de problemas de cálculo mental.

## Método

### Participantes

La muestra estuvo compuesta por 100 estudiantes universitarios de ambos sexos (58 mujeres -58%- y 42 varones) con una media de edad de 20.85 años ( $DE = 2.60$ ; rango: 18-28). Los sujetos participaron voluntariamente luego de una explicación de los objetivos de la investigación, el anonimato de la participación y el tratamiento confidencial de la información.

### Instrumentos

Para evaluar los componentes de la MT se administraron la *Batería Informatizada de Memoria de Trabajo Viso-Espacial* (BIMET-VE; Injoque-Ricle, Barreyro, Formoso, & Burin, en evaluación) y la *Batería informatizada de Memoria de Trabajo Verbal* (BIMET-V; Barreyro, Injoque Ricle, Formoso, & Burin, en evaluación). La BIMET-VE está compuesta por dos tareas de almacenamiento de información viso-espacial -Estrella Simple y Bloques Simple-, y dos tareas de procesamiento concurrente viso-espaciales -Estrella con Interferencia y Bloques con Interferencia-. Por su parte, la BIMET-V está formada por dos tareas de almacenamiento verbal -Amplitud de Dígitos y Amplitud de Letras-, y dos de procesamiento concurrente verbal -Ordenamiento Letra-Dígito y Amplitud Rápida de Estímulos-. Las pruebas de ambas baterías son presentadas por computadora y cuentan con niveles de dificultad creciente. Cada nivel cuenta con tres ensayos, y para pasar al nivel siguiente el sujeto tiene que realizar correctamente al menos dos de los tres ensayos del nivel. Las pruebas se interrumpen cuando el sujeto realiza de manera incorrecta dos o tres de los ensayos de un mismo nivel de dificultad. En la tarea *Estrella Simple* se presenta en la pantalla una estrella de siete puntas. Luego aparecen de a uno, en secuencia, puntos azules en distintas puntas de la estrella. Finalmente, ante la estrella sin puntos el sujeto tiene que indicar uno por uno las puntas en la que aparecieron los puntos azules, en el mismo orden en que fueron presentados. La tarea *Estrella con Interferencia* tiene la misma modalidad que *Estrella Simple*, salvo que entre la presentación del último punto a retener y el momento del recuerdo, aparece una tarea distractora en la que el sujeto tiene que decidir qué hora marca un reloj de agujas, entre dos opciones indicadas en formato de reloj digital. *Bloques* - basada en la tarea *Bloques Simple* - consiste en la presentación de 9 cuadros distribuidos aleatoriamente en los que va apareciendo de a uno por vez un punto rojo en distintos cuadros. Finalmente vuelven a aparecer los cuadros en blanco y el sujeto debe indicar uno por uno los cuadros en los que aparecieron los puntos rojos, en el mismo orden en que fueron presentados. *Bloques con Interferencia* presenta un procedimiento similar al de *Bloques Simple*, salvo que entre la presentación de los estímulos a recordar y la matriz donde los sujetos deben indicar los cuadros resaltados, se presenta un conjunto de tres figuras geométricas y se les pide a los sujetos que indiquen cuál es la que tiene más lados. *Amplitud de Dígitos* consiste en la presentación visual, de a uno por vez, de números del 1 al 9. El sujeto tiene que retener dichos números y cuando aparece la palabra “recuerdo” tiene que indicar en una matriz de números cuáles le fueron presentados, en el exacto orden en el que aparecieron. *Amplitud de Letras* tiene el mismo procedimiento que *Amplitud de Dígitos*, salvo que, en lugar de números, los estímulos son letras. En la tarea *Amplitud Rápida de estímulos* se le indica al sujeto que se le van a presentar una serie de letras -no se le indican cuántas- y que tiene que recordar las últimas letras de la serie -en el caso del nivel 2, las últimas dos letras-. Cuando aparece

la palabra “recuerdo” el sujeto tiene que indicar en una matriz de letras cuáles son las últimas 2 letras presentadas -en el caso del nivel 2-, en el exacto orden en el que aparecieron. En *Ordenamiento Letra-Dígito* se presentan en la pantalla de la computadora números y letras mezclados, y cuando aparece la palabra “recuerdo” el sujeto tiene que indicar en una matriz de números y letras, primero las letras en orden alfabético y luego los números en orden creciente.

Las pruebas de la BIMET cuentan con índices aceptables de confiabilidad por consistencia interna (alpha de Cronbach entre .71 y .84) y con evidencias de validez de constructo, evaluada a través de análisis factoriales exploratorio y confirmatorio (Barreyro *et al.*, en evaluación; Injoque-Ricle *et al.*, en evaluación).

*Tarea de Cálculo Mental (ad hoc)*. Se administró una tarea de cálculo mental con 12 problemas aritméticos simples y complejos de dificultad crecientes. Se les presentan los problemas en una hoja de papel en donde está impresa la siguiente consigna “Resolvé los siguientes problemas matemáticos, sin usar calculadora o realizar anotaciones en el papel de los subproductos obtenidos durante el proceso. Recordá que los paréntesis y los signos de suma y resta arman términos, por lo que dentro de cada uno se encuentra un subproducto que debés retener para poder utilizar en la operación siguiente. Ejemplo:  $(8 + 7) \times 5 + (7 \times 3) = 15 \times 5 + 21 = 75 + 21 = 96$ . Tenés 15 minutos para resolver los problemas. Tratá de hacerlo de manera rápida y precisa.”. Uno de los problemas más sencillos presentados fue “ $41 + 23$ ”, mientras que uno de los más complejos fue “ $(56 - 35) / 4 + (26 \times 5)$ ”.

### Procedimiento

Se administraron los instrumentos de manera individual en una única sesión. Las tareas de la BIMET fueron administradas a través de una computadora, y la tarea de cálculo mental fue realizada en papel y lápiz.

### Análisis de datos

Para medir el grado de asociación entre las variables se realizaron correlaciones de Pearson. Con la finalidad de determinar el poder predictivo de los componentes de la memoria de trabajo sobre el cálculo mental se realizó un análisis de regresión lineal.

### Resultados

En la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables incluidas en el estudio.

**Tabla 1. Estadísticos descriptivos**

	Mínimo	Máximo	Media	DE	Asimetría	Curtosis
CM	2.00	14.00	8.79	2.46	-.19	-.21
MCP verbal	9.00	19.50	14.69	2.45	-.06	-.71
MCP viso-espacial	4.00	13.00	9.28	1.88	.02	.02
MT verbal	3.50	14.50	8.04	2.14	.32	.15
MT viso-espacial	0.50	9.50	3.60	1.74	.58	.45

**Nota.** CM: Cálculo mental; MCP: Memoria de corto plazo; MT: Memoria de trabajo

El análisis de correlaciones mostró que, salvo memoria de corto plazo viso-espacial, el resto de las variables mostraron asociaciones positivas significativas de mediana intensidad con cálculo mental (ver Tabla 2).

**Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre las variables de estudio**

	CM	MCPv	MCPve	MTv	MTve
CM	-	,480**	,123	,517**	,340**
MCP verbal		-	,188	,615**	,282**
MCP viso-espacial			-	,288**	,402**
MT verbal				-	,268**
MT viso-espacial					-

**Nota.** CM: Cálculo mental; MCP: Memoria de corto plazo; MT: Memoria de trabajo

\*\*  $p < .01$

En el análisis de regresión lineal se incluyó cálculo mental como variable dependiente y memoria de corto plazo verbal, memoria de corto plazo viso-espacial, memoria de trabajo verbal y memoria de trabajo viso-espacial como variables independientes. El modelo resultó significativo [ $F_{(4,95)} = 12.899$ ,  $MSE = 4.07$ ,  $p < .001$ ], explicando el 33 % de la varianza de las puntuaciones. Las tres variables que predicen la variabilidad de cálculo mental son memoria de corto plazo verbal ( $\beta = .22$ ), memoria de trabajo verbal ( $\beta = .35$ ) y memoria de trabajo viso-espacial ( $\beta = .29$ ) (ver Tabla 3).

**Tabla 3. Modelo de regresión lineal con cálculo mental como variable dependiente**

	$\beta$	$t$	$p$
MCP verbal	.22	2.07	.04
MCP viso-espacial	-.11	-1.21	.23
MT verbal	.35	3.29	.00
MT viso-espacial	.23	2.46	.02

**Nota.** MCP: Memoria de corto plazo; MT: Memoria de trabajo  
 $R^2_c = .33$

### Discusión

Las habilidades matemáticas son una de las habilidades cognitivas más importantes de uso constante en el ámbito académico, laboral y cotidiano. Una de estas habilidades es el cálculo mental, un procedimiento de uso constante tanto en el ámbito académico, laboral y de la vida diaria. Agiliza la realización de operaciones matemáticas, tanto simples como complejas, permitiendo un desenvolvimiento más fluido y efectivo en situaciones en las que se necesitan resolver cuentas o problemas aritméticos. En el cálculo mental están implicados diversos procesos cognitivos básicos como la percepción, la atención y la memoria. Tiene puntualmente una alta demanda de memoria de trabajo, un sistema de almacenamiento temporal y procesamiento simultáneo de información al servicio de tareas cognitivas complejas (Baddeley et al., 2009; Shah & Miyake, 1999). Para resolver mentalmente un problema hay que activar los procedimientos específicos de la operación aritmética puntual y los hechos aritméticos almacenados en la memoria de largo plazo. Además, si el problema requiere más de un paso, hay que mantener en la memoria de trabajo los subproductos mientras que se realiza mentalmente el siguiente paso. En función de esto se puede hipotetizar que, siguiendo el modelo original de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (Baddeley, 2010; Baddeley & Hitch, 1974), el ejecutivo central tiene un rol sustancial en esta tarea, ya que es el que se encarga de activar los procesos necesarios para su resolución y de activar la información almacenada en la memoria de largo plazo para que se retenga temporalmente en los subsistemas esclavos para su uso -bucle fonológico y agenda viso-espacial-. También es el encargado de supervisar que los procesos se realicen adecuadamente. En cuanto a la participación de los sistemas subsidiarios, a los que se hace referencia en este trabajo como “memoria de corto plazo verbal” para el bucle fonológico y “memoria de corto plazo viso-espacial” para la agenda viso-espacial, su rol en la resolución de problemas de cálculo mental es más discutida: algunos autores plantean que es la memoria de corto plazo viso-espacial la que tiene un rol más preponderante, ya que la alineación de los operandos se realizaría visualmente en una especie de pizarrón mental (Fürst & Hitch, 2000; Geary et al., 2007; McLean & Hitch, 1999), mientras que

otros sugieren que la retención de la información es puramente verbal, almacenándose en la memoria de trabajo verbal (Fürst & Hitch, 2000). En función de esto se decidió estudiar la relación entre los componentes de la memoria de trabajo y el cálculo mental, y más específicamente, el peso de cada uno de los componentes de la memoria de trabajo en dicha tarea. Para ello se trabajó con 100 estudiantes universitarios a los que se les administró 12 problemas que debían resolver mentalmente, y la Batería Informatizada de Memoria de Trabajo (BIMET; Barreyro *et al.*, en evaluación; Injoque-Ricle *et al.*, en evaluación) compuesta por ocho pruebas de memoria de trabajo, dos para medir la memoria de corto plazo verbal, dos para evaluar la memoria de corto plazo viso-espacial y cuatro para valorar el ejecutivo central: dos verbales, tomadas como medidas específicas de memoria de trabajo verbal, y dos viso-espaciales, utilizadas como medidas específicas de memoria de trabajo viso-espacial.

Los resultados obtenidos del análisis de correlación y regresión muestran que tres de los aspectos de la memoria de trabajo están relacionados con el cálculo mental: la memoria de corto plazo verbal, la memoria de trabajo verbal y la memoria de trabajo viso-espacial, y más aún, que estas tres variables explican en parte el comportamiento de cálculo mental. Esto indica que la resolución mental de problemas aritméticos se apoya en parte en distintos aspectos de la memoria de trabajo, principalmente en los componentes de procesamiento concurrente, que son los encargados de la activación, administración y control de los recursos necesarios para resolver los problemas de cálculo mental: la operación aritmética adecuada y los hechos aritméticos. En cuanto a la falta de asociación y poder predictivo de la memoria de corto plazo viso-espacial con cálculo mental puede ser explicado porque el almacenamiento temporal de los resultados parciales y de los acarreo, en el caso de haberlos, es realizado en el almacén de información verbal de la memoria de trabajo. Estos resultados van de la mano con los hallazgos de Fürst y Hitch (2000).

Debido al importante rol de las habilidades matemáticas, y en especial al cálculo mental, en las actividades académicas y laborales, es relevante comprender los mecanismos implicados en la misma, así como los procesos cognitivos en los que se apoya. En el ámbito escolar es fundamental para poder comprender posibles fallas en la resolución de problemas aritméticos, y eventualmente poder diseñar e implementar estrategias de intervención para poder mejorar el desempeño de los alumnos. Es por esto que futuras investigaciones podrían replicar el presente trabajo en niños y adolescentes para explorar si en esos grupos etarios se encuentra el mismo patrón de relación entre el cálculo mental y los componentes de la memoria de trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Memory and Cognition*, *14*(2), 243-248.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Working Memory. *Science*, *255*, 556-559.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. Hove, UK: Psychology Press.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, thought, and action*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2010). Working Memory. *Current Biology*, *20*(4), 136-140. doi: 10.1016/j.cub.2009.12.014
- Baddeley, A. D., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2009). *Memory*. New York, NY: Psychology Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (Vol. 8, pp. 47-90). New York, NY: Academic Press.
- Barreyro, J. P., Injoque Ricle, I., Formoso, J., & Burin, D. (en evaluación). Batería Informatizada de Memoria de Trabajo Verbal (BIMET-V): Estudio de la relación entre la memoria de trabajo verbal, el razonamiento verbal y la comprensión lectora.
- 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. doi: 10.1016/S0160-2896(01)00096-4
- DeStefano, D., & LeFevre, J.-A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, *16*(3), 353-386. doi: 10.1080/09541440244000328
- 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. doi: 10.1037/0096-3445.128.3.309
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, *28* (5), 774-782. doi: 10.3758/BF03198412
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1989). Development of vocabulary in children and short-term phonological memory. *Journal of Memory and Language*, *28*, 200-213.
- Gathercole, S. E., & Hitch, G. J. (1993). Developmental changes in short-term memory: A revised working memory perspective. In A. Collins, S. E. Gathercole, M. A. Conway & P. E. Morris (Eds.), *Theories of Memory*. Hove, UK: Erlbaum.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, *78*(4), 1343-1359.
- Injoque-Ricle, I., Barreyro, J. P., Formoso, J., & Burin, D. (en evaluación). Working memory, processing speed and general intelligence: Possible models of interaction with visuospatial working memory using the Informatized Visuospatial Working Memory Battery (BIMET-VE).

- Kyttälä, M., & Lehto, J. E. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuospatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education, 23*(1), 77-94.
- McLean, J. F., & Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology, 74*, 240-260. doi: 10.1006/jecp.1999.2516
- Papagno, C., & Vallar, G. (1992). Phonological short-term memory and the learning of novel words: The effect of phonological similarity and item length. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 44* (A), 47-67.
- Passolunghi, M. C., & Cornoldi, C. (2008). Working memory failures in children with arithmetic difficulties. *Child Neuropsychology, 14*(5), 387-400. doi: 10.1080/09297040701566662.
- Shah, P., & Miyake, A. (1999). Models of Working Memory: An Introduction. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory* (pp. 1-27). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Swanson, H. L., & Howell, M. (2001). Working memory, short-term memory, and speech rate as predictors of children's reading performance at different ages. *Journal of Educational Psychology, 93*, 720-734.
- Zbrodoff, N. J., & Logan, G. D. (2005). What everyone finds: The problem-size effect. In J. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition*. New York, NY: Psychology Press.