

6. RESULTADOS

En este apartado vamos a analizar los resultados de la primera fase de nuestra investigación empírica, en la que pretendemos estudiar la relación entre la capacidad de memoria de trabajo y el rendimiento en tareas de numeración y cálculo, tal como hemos señalado en nuestros objetivos 1 y 2. Para efectuar los distintos análisis, tanto de esta primera fase como de la segunda, hemos utilizado puntuaciones directas en las medidas individuales y puntuaciones normalizadas en las medidas compuestas, con el objeto de tener rangos homogéneos de puntuación en dichas pruebas. Todas las puntuaciones normalizadas se caracterizan por tener una distribución normal con media 0 y desviación típica 1 (Zaiats et al., 1998).

Como paso previo al análisis detallado de los resultados obtenidos, en primer lugar hemos considerado necesario estudiar la validez de la prueba de numeración y las dos de cálculo diseñadas específicamente para nuestra investigación empírica por las razones expuestas en el apartado de Método, a la vez que hemos analizado también el efecto de las variables extrañas que podrían afectar a los resultados.

6.1. ANÁLISIS DE LA VALIDEZ

En este subapartado preliminar, pues, vamos a analizar dos aspectos: a) la validez externa de las pruebas diseñadas; y b) las variables extrañas, con el objeto de realizar el análisis de las variables experimentales con un mayor grado de validez interna.

a. Validez externa de las pruebas de numeración y cálculo

Nos interesa analizar la relación entre nuestras pruebas de numeración y cálculo y otras pruebas estandarizadas que se utilizan usualmente en nuestro país, para ver si realmente nuestras pruebas miden lo que pretenden medir. Concretamente, hemos utilizado las pruebas estandarizadas de rendimiento matemático "Rapidesa de Càlcul. Sumes" y "Rapidesa de Càlcul. Restes" de las

P.P.A.I. de Canals, R. (1988).

En primer lugar, hemos buscado cual es el índice de correlación lineal entre nuestras pruebas y las estandarizadas. Antes de exponer estos primeros resultados, presentamos algunos estadísticos descriptivos (media y desviación típica) relativos a las variables implicadas. Recordamos que cuando se trata de variables individuales presentamos puntuaciones directas y cuando se trata de variables compuestas presentamos puntuaciones normalizadas.

Tabla 1: Puntuaciones de las variables individuales “numeración”, “cálculo” y P.P.A.I., y de las variables compuestas “numeración más cálculo” y “memoria de trabajo”.

	N	Media	Desviación Típica
Numeración	94	35,91	15,87
Cálculo	94	23,47	19,05
“Rapidesa en Càlcul. Sumes”	94	12,73	7,6
“Rapidesa en Càlcul. Restes”	94	9,53	5,62
Numeración más cálculo	94	-0,0026	1,65
Memoria de trabajo	94	0,004	1,4

Una vez expuestos los datos anteriores, procedemos a exponer los índices de correlación obtenidos:

Tabla 2: Índice de Correlación de Pearson entre las pruebas de numeración y cálculo y las P.P.A.I.: “Rapidesa en Càlcul. Sumes” y “Rapidesa en Càlcul. Restes”.

	P.P.A.I. “Rapidesa de Càlcul. Sumes”	P.P.A.I. “Rapidesa de Càlcul. Restes”
Numeración y cálculo	0,28**	0,46**
Numeración	0,2*	0,37**
Cálculo	0,32**	0,49**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0.05 (bilateral).

En la Tabla 2 observamos tres aspectos: a) en todos los casos, las correlaciones lineales entre las puntuaciones de las pruebas de numeración y cálculo diseñadas para esta tesis y las puntuaciones de las dos pruebas estandarizadas de Canals, R. (1988) son estadísticamente significativas; b) el índice de correlación

lineal es superior con la prueba de “Rapidesa de Càlcul. Restes”; c) las correlaciones más elevadas con las pruebas estandarizadas se producen con las pruebas de cálculo.

En segundo lugar, hemos correlacionado las pruebas de numeración y cálculo por un lado, y por otro hemos correlacionado las dos pruebas estandarizadas de Canals, R. (1988). Los índices de correlación lineales obtenidos son los siguientes:

Tabla 3: Índice de Correlación de Pearson entre las pruebas de numeración y cálculo y entre las P.P.A.I.: “Rapidesa en Càlcul. Sumes” y “Rapidesa en Càlcul. Restes”.

	Cálculo	"Rapidesa en Càlcul. Restes"
Numeración	0,75**	
"Rapidesa en Càlcul. Sumes"		0,52**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

En ambos casos, se produce una correlación lineal estadísticamente significativa al nivel 0.01 (bilateral), pero como podemos observar el índice de correlación de nuestras pruebas es más elevado. Los resultados de la Tabla 1 y de la Tabla 2 nos permiten afirmar que las dos pruebas están midiendo habilidades muy similares, aunque como hemos descrito en el subapartado de Material (ver página 186) nuestras pruebas permiten medir aspectos más amplios tanto de numeración como de cálculo, de acuerdo con las directrices actuales del Currículum de Primaria (Generalitat de Catalunya, Departament d’Ensenyament, 1992).

En tercer lugar, hemos analizado las condiciones de normalidad de las pruebas de numeración y cálculo usadas y podemos indicar que todas las puntuaciones de las pruebas usadas no contradicen un modelo normal según el Test de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov: K-S para 1 muestra, de SPSS (Anexo 20)

Podemos señalar, por lo tanto, que las pruebas de numeración y cálculo diseñadas son un instrumento adecuado para medir el nivel de habilidad numérica y el rendimiento en cálculo de los sujetos, además de reunir las condiciones de normalidad necesarias para ser utilizadas de forma fiable en los posteriores análisis estadísticos.

b. Análisis de las variables extrañas

Una vez determinada la validez externa de las pruebas de numeración y cálculo, hemos continuado con el análisis de las variables extrañas que podrían afectar a los resultados ya que como hemos indicado, al descartar el efecto de dichas variables, se puede realizar el análisis de las variables experimentales con un mayor grado de validez interna.

De acuerdo con las variables extrañas especificadas en el apartado de Método, hemos controlado el sexo y el periodo de nacimiento dentro del mismo año.

- ***Análisis de la variable “sexo”***

En relación al sexo, de acuerdo con estudios preliminares anteriores, nos ha interesado verificar si existen diferencias en el rendimiento en tareas de numeración, cálculo y memoria de trabajo entre los niños y las niñas de nuestra muestra. Para determinar estas posibles diferencias hemos utilizado la prueba *t* de Student-Fisher (procedimiento T-TEST/groups de SPSS). Antes de exponer los datos obtenidos al comparar ambas medias, queremos precisar que, al igual que en el resto de análisis realizados en las dos fases de nuestra investigación, hemos partido de un intervalo de confianza para la media al 95%, es decir, el nivel de significación que utilizamos para determinar que una media es estadísticamente significativa es de 0.05, al tratarse del criterio más aceptado en psicología.

En las Tablas 4 y 5 podemos apreciar la media, la desviación típica y el nivel de significación *P* relativos a las puntuaciones directas obtenidas en las pruebas de numeración y cálculo respecto al sexo:

Tabla 4: Rendimiento en tareas de numeración en función del sexo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.
Niños	53	36,81	16,21	0,54
Niñas	41	34,76	15,54	

Como podemos apreciar en la Tabla 4, no se producen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento entre niños y niñas en las tareas de numeración diseñadas.

En relación al cálculo hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 5: Rendimiento en tareas de cálculo en función del sexo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.
Niños	53	22,51	20,91	0,58
Niñas	41	24,71	16,49	

En la Tabla 5 observamos que tampoco se producen diferencias significativas en el rendimiento en tareas de cálculo entre los niños y las niñas.

A continuación detallamos mediante puntuaciones normalizadas los resultados relativos al efecto del sexo en el rendimiento en las tareas de memoria de trabajo administradas.

Tabla 6: Rendimiento global en tareas de memoria de trabajo en función del sexo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.
Niños	53	-0,02	1,45	0,85
Niñas	41	0,04	1,36	

Al comparar las puntuaciones globales en tareas de memoria de trabajo, que hemos obtenido mediante un sumatorio de las puntuaciones normalizadas de todas las pruebas, constatamos que tampoco se producen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los niños y las niñas.

El hecho de no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en ningún caso, nos lleva a concluir que la variable “sexo” no influye en el rendimiento de todas las pruebas administradas, tanto de numeración y cálculo como de memoria de trabajo.

- *Análisis de la variable “periodo de nacimiento dentro del mismo año”*

Como hemos indicado anteriormente, todos los sujetos de nuestra muestra han nacido el mismo año (1992). Así, hemos controlado únicamente el posible efecto de ser de inicios, mediados o finales de año, parámetro que de forma subjetiva apuntan algunos maestros.

En primer lugar, hemos clasificado a los sujetos en tres categorías o periodos en función de su fecha de nacimiento (expresada en días), mediante el procedimiento RANKS de SPSS: a) nacidos a finales de año: pequeños; b) nacidos a mediados de año: medianos; c) nacidos a inicios de año: mayores. En la Tabla 7 puede apreciarse la distribución estadística obtenida:

Tabla 7: Periodo de nacimiento dentro del mismo año: pequeños, medianos, mayores.

	Casos	Media (en días)	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Pequeños	31	69,45	28,57	24	115
Medianos	32	175,34	40,43	117	242
Mayores	31	305,16	27,09	244	357

A partir de esta categorización, hemos analizado la posible incidencia de esta variable en las pruebas de numeración, cálculo y memoria de trabajo.

A continuación detallamos los resultados correspondientes a las puntuaciones directas de la prueba de numeración:

Tabla 8: Rendimiento en tareas de numeración en función del periodo de nacimiento dentro del mismo año.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.
Pequeños	31	33,81	11,97	0,55
Medianos	32	38,22	16,64	
Mayores	31	35,64	18,47	

Observamos que no se producen diferencias significativas en el rendimiento en las tareas de numeración diseñadas en función del día de nacimiento dentro del

mismo año.

En relación a las tareas de cálculo, los resultados obtenidos a partir también de las puntuaciones directas son los que apuntamos a continuación:

Tabla 9: Rendimiento en tareas de cálculo en función del periodo de nacimiento dentro del mismo año.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.
Pequeños	31	22,87	15,87	0,97
Medianos	32	23,96	16,05	
Mayores	31	23,54	24,6	

En la Tabla 9 se constata que tampoco se producen diferencias significativas en el rendimiento en tareas de cálculo en los distintos grupos de edad.

En la Tabla 10 detallamos los resultados relativos al efecto de esta variable en las tareas de memoria de trabajo administradas. En este caso, al tratarse de una variable compuesta, partimos de puntuaciones normalizadas.

Tabla 10: Rendimiento en tareas de memoria de trabajo en función del periodo de nacimiento dentro del mismo año.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.
Pequeños	31	0,1	1,43	0,85
Medianos	32	-0,1	1,42	
Mayores	31	0,02	1,4	

De nuevo, las medias son similares en los tres grupos y no se producen diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Como conclusión, a partir de los resultados obtenidos podemos señalar que el hecho de nacer a principios, mediados o finales del mismo año no es una variable que repercuta de forma directa ni significativa en la totalidad de las pruebas administradas, y por lo tanto, su incidencia en el rendimiento en tareas de numeración, cálculo y memoria de trabajo es mínima o nula.

Una vez descartados los posibles efectos de las variables que podrían afectar a los resultados iniciamos el análisis de las variables experimentales de la primera fase. Con el objeto de facilitar la consulta de los resultados al lector, hemos dividido la exposición en distintos subapartados siguiendo el orden indicado en nuestros objetivos.

6.2. RESULTADOS DE LA INCIDENCIA DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN LA HABILIDAD NUMÉRICA Y EL RENDIMIENTO EN CÁLCULO

De acuerdo con el primer objetivo de nuestra investigación empírica, en este primer subapartado pretendemos verificar si la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo varían en función de la capacidad global de la memoria de trabajo de los sujetos, es decir, si la memoria de trabajo ejerce algún tipo de influencia en este tipo de conocimientos o habilidades.

Debemos matizar que, aunque nuestro estudio empírico pretende analizar sobretudo la influencia de la memoria de trabajo en el cálculo, efectuamos tres niveles de análisis distintos:

- a. En primer lugar, analizamos en su conjunto el efecto que la memoria de trabajo ejerce en tareas de numeración y cálculo.
- b. En segundo lugar, estudiamos la influencia que desempeña la memoria de trabajo en tareas de numeración.
- c. En tercer lugar, investigamos la incidencia de este sistema de memoria en tareas de cálculo.

6.2.1. La incidencia de la memoria de trabajo en numeración más cálculo

En primer lugar hemos analizado si de modo global existe alguna relación entre las pruebas de memoria de trabajo y las pruebas de numeración y cálculo realizadas, consideradas conjuntamente. Para efectuar este análisis, hemos seguido el proceso siguiente:

- a. Realizar un sumatorio de las puntuaciones normalizadas de todas las pruebas de memoria de trabajo administradas, obteniendo así un único índice global.
- b. Realizar un sumatorio de las puntuaciones normalizadas de todas las pruebas de numeración y cálculo administradas, obteniendo también un único índice global.
- c. Correlacionar la puntuación global de memoria de trabajo con la puntuación total de numeración y cálculo.

El índice de correlación lineal de Pearson obtenido es el siguiente:

Tabla 11: Índice de correlación de Pearson entre sumatorio de memoria de trabajo y sumatorio de numeración más cálculo.

	Memoria de trabajo
Numeración más cálculo	0,46**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

El índice de correlación obtenido ($r=0,46$) indica que existe una relación lineal significativa al nivel 0.01 (bilateral) entre las puntuaciones de memoria de trabajo y las puntuaciones de numeración y cálculo consideradas en su conjunto.

A la vista de estos primeros resultados, hemos querido concretar con mayor precisión la relación que se establece entre ambos tipos de tareas, por lo que hemos efectuado un análisis más detallado que parte de la categorización de los sujetos en tres subgrupos en base a su nivel de rendimiento.

Para categorizar la variable compuesta "numeración más cálculo" en tres subgrupos (nivel bajo, medio y alto) hemos usado el procedimiento RANKS de SPSS sobre la puntuación total de las pruebas de numeración y cálculo.

En la Tabla 12 presentamos los resultados obtenidos, donde se pueden apreciar las medias de los tres subgrupos, así como su puntuación mínima y máxima respectivamente:

Tabla 12: Niveles de numeración más cálculo: bajo, medio y alto.

	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	31	-1,82	0,84	-4,67	-0,69
Medio	32	0,03	0,37	-0,6	0,68
Alto	31	1,79	0,93	0,69	3,91

Una vez establecidos los tres subgrupos, hemos comparado las medias de cada subgrupo con el sumatorio total de memoria de trabajo, para determinar si los sujetos que obtienen un rendimiento bajo en las pruebas de numeración más cálculo obtienen o no resultados también bajos en las pruebas de memoria de trabajo, y así sucesivamente. En la Tabla 13 se pueden observar los resultados:

Tabla 13: Puntuaciones de memoria de trabajo según nivel de numeración más cálculo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	-0,71	1,41	<0,001	bajo<alto
Medio	32	0,05	1,24		
Alto	31	0,67	1,24		

Observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en tareas de memoria de trabajo entre los grupos de nivel bajo y alto en numeración más cálculo, a favor de los segundos. Para reafirmar esta relación, hemos realizado el análisis a la inversa, es decir, hemos categorizado a los sujetos en tres subgrupos en función de su rendimiento en memoria de trabajo (bajo, medio y alto), y hemos comparado las medias de cada subgrupo con el total de numeración más cálculo.

Tabla 14: Niveles de memoria de trabajo: bajo, medio y alto.

	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	31	-1,56	0,76	-4,43	-0,83
Medio	32	0,05	0,45	-0,71	0,69
Alto	31	1,53	0,63	0,71	3,04

Una vez establecidas las categorías, presentamos los resultados relativos a la

comparación de medias de numeración más cálculo de cada subgrupo.

Tabla 15: Puntuaciones de numeración más cálculo según nivel de memoria de trabajo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	-0,75	1,69	<0,001	bajo<alto
Medio	32	-0,2	1,32		
Alto	31	0,95	1,51		

Los datos de la Tabla 15 indican que existen diferencias de rendimiento en el sumatorio de tareas de numeración más cálculo en base al nivel de memoria de trabajo. Concretamente, las diferencias se producen entre los sujetos de los niveles bajo y alto de memoria de trabajo, cuyas puntuaciones en numeración más cálculo difieren estadísticamente en el sentido que los sujetos con menor capacidad de memoria de trabajo son también los que obtienen peores puntuaciones en tareas de numeración más cálculo.

Después de haber efectuado ambos análisis, puede afirmarse que la memoria de trabajo influye en las tareas de numeración y cálculo consideradas en su conjunto, dado que los sujetos que las realizan peor tienen peores resultados de memoria de trabajo, y los que las realizan mejor tienen también mejores resultados. Además, al analizarlo en el sentido inverso se reafirman estas ideas, puesto que los que tienen peor memoria de trabajo ejecutan peor las tareas de numeración más cálculo y los que las realizan mejor obtienen también mejores rendimientos en numeración más cálculo.

Una vez estudiada la relación entre la memoria de trabajo y la capacidad de numeración más cálculo, en los dos subapartados siguientes vamos a analizar por separado la incidencia de la memoria de trabajo en tareas de numeración y en tareas de cálculo respectivamente, con el objeto de tener una visión más pormenorizada.

6.2.2. La incidencia de la memoria de trabajo en numeración

Para determinar la posible incidencia de la memoria de trabajo en la

habilidad numérica hemos efectuado un análisis paralelo al del subapartado anterior, por lo que no vamos a repetir el proceso seguido. Así, en primer lugar vamos a exponer el índice de correlación lineal de Pearson obtenido al correlacionar la puntuación global normalizada de memoria de trabajo con la puntuación de numeración.

Tabla 16: Índice de correlación de Pearson entre sumatorio de memoria de trabajo y numeración.

	Memoria de trabajo
Numeración	0,45**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

El dato estadístico expuesto en la Tabla 16 indica que las tareas de memoria de trabajo y numeración están relacionadas de forma estadísticamente significativa.

En segundo lugar, vamos a clasificar a los sujetos en tres subgrupos en base a su nivel de rendimiento mediante el procedimiento RANKS de SPSS sobre la puntuación de la prueba de numeración. En este caso vamos a utilizar puntuaciones directas al tratarse de una medida individual.

En la Tabla 17 presentamos la distribución efectuada:

Tabla 17: Niveles de numeración: bajo, medio y alto.

	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	31	19,1	10,25	-20	29
Medio	31	35,16	3,38	30	41
Alto	32	52,94	7,77	42	66

Una vez establecidos los tres subgrupos, hemos comparado de nuevo las medias de puntuación normalizadas en tareas de memoria de trabajo de cada subgrupo.

En la Tabla 18 se pueden consultar los resultados obtenidos en este análisis.

Tabla 18: Puntuaciones de memoria de trabajo según nivel de numeración.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	-0,74	1,35	<0,001	bajo<alto
Medio	31	0,02	1,26		
Alto	32	0,72	1,23		

En la Tabla 18 observamos que se producen diferencias de rendimiento estadísticamente significativas en tareas de memoria de trabajo en función del nivel de numeración. Como podemos apreciar, el grupo bajo de numeración obtiene puntuaciones inferiores en memoria de trabajo que el grupo de nivel alto. Nuevamente realizamos el análisis inverso para reafirmar los resultados. Por lo tanto, hemos recuperado la categorización de los sujetos en tres subgrupos en función de su rendimiento en memoria de trabajo de la Tabla 14 (ver página 221), y hemos comparado sus medias en tareas de numeración en base a estos niveles de memoria de trabajo.

Tabla 19: Puntuaciones de numeración según nivel de memoria de trabajo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	28,35	16,92	0,001	bajo<alto
Medio	32	35,87	14,8		
Alto	31	43,52	12,23		

En el análisis inverso observamos que se produce un comportamiento similar al encontrar diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en tareas de numeración entre los sujetos de nivel bajo y alto en memoria de trabajo.

6.2.3. La incidencia de la memoria de trabajo en cálculo

En este tercer subapartado pretendemos determinar, como hemos indicado, si el rendimiento en cálculo varía en función de la capacidad de memoria de trabajo de los sujetos, o bien si la memoria de trabajo globalmente ejerce algún tipo de influencia en las tareas de cálculo. Con este objeto, y siguiendo el mismo proceso que en los dos subapartados anteriores, hemos analizado en primer lugar las

correlaciones entre el sumatorio de las dos pruebas de cálculo y el sumatorio de todas las pruebas de memoria de trabajo administradas partiendo de puntuaciones normalizadas. El índice de correlación de Pearson es el siguiente:

Tabla 20: Índice de correlación de Pearson entre sumatorio de memoria de trabajo y cálculo.

	Memoria de trabajo
Cálculo	0,43**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

El índice de correlación obtenido ($r=0,43$) indica que, como en el caso de las tareas anteriores, existe una correlación lineal significativa entre memoria de trabajo y cálculo. Para analizar de forma más detallada la relación entre ambos tipos de habilidades, de nuevo hemos categorizado a los sujetos de nuestra muestra en tres subgrupos en base a su nivel de rendimiento en tareas de cálculo. Al tratarse de una medida individual hemos usado puntuaciones directas.

Tabla 21: Niveles de cálculo: bajo, medio y alto.

	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	31	3,54	17,5	-75	17
Medio	30	25,2	4,15	18	31
Alto	33	40,6	7,85	32	59

A continuación hemos comparado las medias de memoria de trabajo de cada subgrupo. En la Tabla 22 se pueden consultar los resultados obtenidos:

Tabla 22: Puntuaciones de memoria de trabajo según nivel de cálculo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	30	-0,85	1,39	<0,001	bajo <medio, alto
Medio	31	0,24	1,25		
Alto	33	0,58	1,19		

En la Tabla 22 observamos que se producen diferencias de rendimiento

estadísticamente significativas en tareas de memoria de trabajo en función del nivel de cálculo. Concretamente, el grupo bajo de cálculo obtiene puntuaciones inferiores en memoria de trabajo que los grupos medio y alto.

A continuación, y como es habitual, efectuamos el análisis inverso partiendo de la categorización de los sujetos en tres subgrupos en función de su rendimiento en memoria de trabajo, expuesto en la Tabla 14 (ver página 221). Así, partiendo de las puntuaciones directas, hemos comparado sus medias en tareas de cálculo en base a estos niveles de memoria de trabajo.

Tabla 23: Puntuaciones de cálculo según nivel de memoria de trabajo.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	15,26	22,34	0,002	bajo<alto
Medio	32	23,37	17,84		
Alto	31	31,77	12,48		

En la Tabla anterior apreciamos como también se producen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en tareas de cálculo entre los sujetos de nivel bajo y alto en memoria de trabajo.

Dado que el eje de nuestro estudio se basa en determinar la incidencia de la memoria de trabajo en el cálculo, a continuación vamos a estudiar el papel que ejerce la memoria de trabajo en tareas de cálculo simple (prueba de cálculo 1) y tareas de cálculo complejo (prueba de cálculo 2). Con este análisis se pretende determinar si en ambas pruebas se requieren los mismos recursos de memoria de trabajo o bien se producen diferencias significativas. Antes de proceder a efectuar dicho análisis, exponemos a continuación las puntuaciones directas de las pruebas de cálculo simple y cálculo complejo:

Tabla 24: Puntuaciones en las variables individuales “cálculo simple” y “cálculo complejo”.

	N	Media	Desviación Típica
Cálculo simple	94	13,58	10,06
Cálculo complejo	94	9,88	10,46

Los índices de correlación obtenidos son los siguientes:

Tabla 25: Índice de correlación de Pearson entre sumatorio de memoria de trabajo, cálculo simple y cálculo complejo.

	Memoria de trabajo
Cálculo simple	0,42**
Cálculo complejo	0,33**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Observamos que en ambas pruebas de cálculo la correlación lineal es estadísticamente significativa.

Para concretar con mayor exactitud la relación encontrada hasta el momento, hemos categorizado a los sujetos de nuestra muestra en tres subgrupos en base a su nivel de rendimiento en tareas de cálculo simple y en tareas de cálculo complejo. Hemos utilizado puntuaciones directas dado que las variables cálculo simple y cálculo complejo son individuales.

Tabla 26: Niveles de cálculo simple y cálculo complejo: bajo, medio y alto.

Cálculo simple					
	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	31	3,87	8,77	-36	9
Medio	33	13,18	2,2	10	16
Alto	30	24,07	4,97	17	33
Cálculo complejo					
Bajo	30	-2	9,57	-39	7
Medio	33	11,88	2,12	8	15
Alto	31	19,26	3,05	16	26

En la Tabla anterior podemos apreciar de entrada algunas diferencias entre el comportamiento en ambas tareas: mientras en cálculo simple no hay medias

negativas, en la prueba de cálculo complejo los sujetos de nivel bajo obtienen una media negativa, lo cual pondría de relieve que los sujetos de este subgrupo tienen una mayor dificultad en realizar las tareas de esta prueba.

A continuación vamos a comparar las medias de puntuación en tareas de memoria de trabajo de cada subgrupo. En la Tabla 27 se pueden consultar los resultados obtenidos:

Tabla 27: Puntuaciones de memoria de trabajo según nivel de cálculo simple y cálculo complejo.

Cálculo simple					
	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	-0,78	1,39	<0,001	bajo <medio, alto
Medio	33	0,28	1,34		
Alto	30	0,51	1,16		
Cálculo complejo					
	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	30	-0,42	1,63	0,098	N.S.
Medio	33	0,08	1,23		
Alto	31	0,33	1,28		

En la Tabla 27 observamos que se producen diferencias de rendimiento estadísticamente significativas en tareas de memoria de trabajo en función del nivel de cálculo simple, pero no en función del nivel de cálculo complejo.

En el análisis inverso hemos obtenido los resultados siguientes, como podemos apreciar en la Tabla 28:

Tabla 28: Puntuaciones de cálculo simple y cálculo complejo según nivel de memoria de trabajo.

Cálculo simple					
	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	9,58	10,81	<0,001	bajo<alto
Medio	32	12,19	9,36		
Alto	31	19,03	7,55		

Cálculo complejo					
	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	5,68	13,16	0,018	bajo<alto
Medio	32	11,19	9,68		
Alto	31	12,74	6,37		

Los resultados anteriores indican que tanto en tareas de cálculo simple como complejo los sujetos de nivel bajo en memoria de trabajo difieren estadísticamente de los de nivel alto. Este patrón de resultados difiere ligeramente del obtenido en el análisis anterior, puesto que en este caso hemos obtenido diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de los niveles bajo y alto en ambas pruebas, tal como hemos indicado, aunque las diferencias entre medias son inferiores en el cálculo complejo. La Figura 22 nos permite analizar gráficamente dichos resultados:

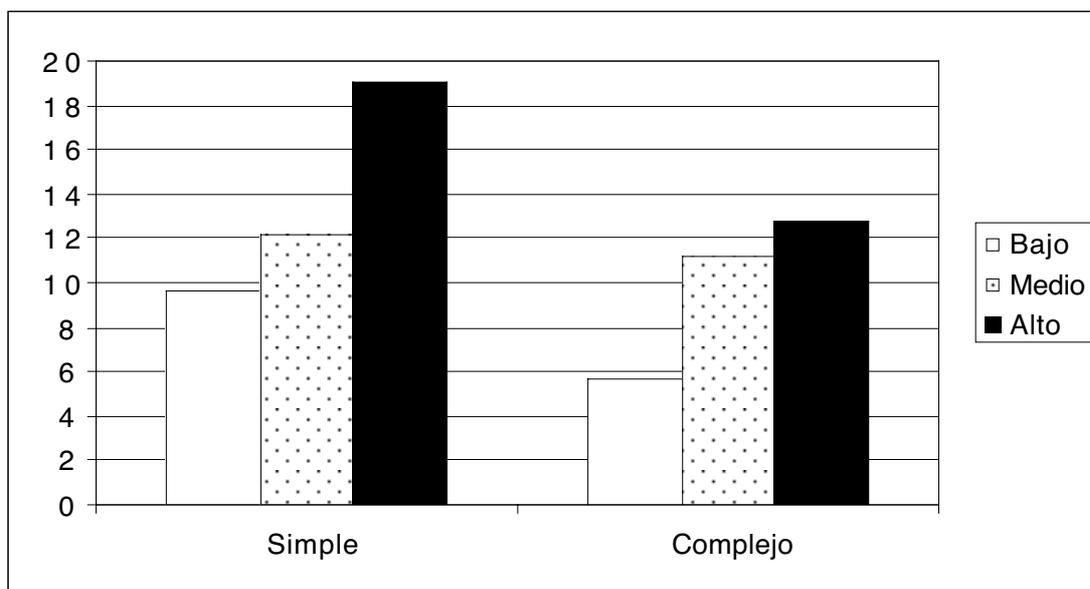


Figura 22: Puntuaciones de cálculo simple y cálculo complejo según nivel de memoria de trabajo.

Los análisis anteriores nos permiten confirmar que, respecto a la prueba de cálculo simple, los sujetos con peores puntuaciones en cálculo son los que obtienen peor puntuación en memoria de trabajo, y difieren estadísticamente de los que obtienen puntuaciones medias y altas. En el análisis inverso se confirma esta

tendencia, es decir, los sujetos que obtienen peores puntuaciones en memoria de trabajo son los que obtienen peor puntuación en cálculo simple, y viceversa, los que puntúan mejor en memoria de trabajo son los que tienen mejores rendimientos en cálculo simple. En la prueba de cálculo complejo, sin embargo, no se producen diferencias en función del nivel de cálculo. Ello podría ser debido a que, en esta fase de explotación de nuestros resultados, ninguno de los subgrupos de sujetos dominan todavía las actividades exigidas en la prueba de cálculo complejo. En cambio, en dicha prueba sí que se producen diferencias en función del nivel de memoria de trabajo en el sentido que los que peor puntúan en memoria de trabajo son los que obtienen peores puntuaciones en cálculo complejo.

6.3. RESULTADOS DE LA INCIDENCIA DE LOS DISTINTOS SUBSISTEMAS DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN LA HABILIDAD NUMÉRICA Y EL RENDIMIENTO EN CÁLCULO

De acuerdo con nuestro segundo objetivo, pretendemos identificar qué subsistema o subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda visoespacial y ejecutivo central) inciden en la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo aritmético. Como en el primer apartado, hemos efectuado tres niveles de análisis distintos, dando lugar a tres subapartados: a) la incidencia en el rendimiento global de numeración y cálculo; b) la incidencia en la habilidad numérica; y c) la incidencia en el rendimiento en cálculo.

En cada uno de estos tres subapartados hemos seguido el mismo proceso de exposición de resultados:

- a. Correlacionar el rendimiento global de cada componente de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda visoespacial y ejecutivo central) con el rendimiento en numeración y cálculo; numeración; y cálculo respectivamente.
- b. Correlacionar el rendimiento en cada una de las pruebas de memoria de trabajo por separado con el rendimiento de numeración y cálculo; numeración; y cálculo respectivamente.

- c. Comparar el rendimiento en cada una de las pruebas de memoria de trabajo según el nivel de numeración y cálculo (bajo, medio o alto); el nivel de numeración; y el nivel de cálculo respectivamente.
- d. Finalmente, realizar el análisis inverso: comparar el rendimiento en numeración y cálculo según el nivel de cada subsistema de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central).

6.3.1. La incidencia de los distintos subsistemas de la memoria de trabajo en numeración más cálculo

En este subapartado efectuamos las líneas de análisis expuestas en relación a las tareas de numeración más cálculo consideradas conjuntamente.

En primer lugar, pues, hemos correlacionado el sumatorio de las tareas de numeración más cálculo con el sumatorio de cada uno de los subsistemas de la memoria de trabajo. Recordamos que las pruebas de cada subsistema son las siguientes:

- Bucle fonológico: Recuerdo Serial de Dígitos (directo); Recuerdo Serial de Palabras y Repetición de Pseudopalabras.
- Agenda viso-espacial: Test de Matrices; Test de Memoria Visual Figurativa y Test Katakana de Búsqueda Visual.
- Ejecutivo central: Recuerdo Serial de Dígitos (inverso); Amplitud de Escuchar y Amplitud de Contar.

Al tratarse de variables compuestas hemos usado puntuaciones normalizadas.

Tabla 29: Puntuaciones normalizadas de las variables compuestas “Bucle fonológico”, “Agenda viso-espacial” y “Ejecutivo central”.

	N	Media	Desviación Típica
Bucle fonológico	94	0,0033	0,7
Agenda viso-espacial	94	-0,005	0,6
Ejecutivo central	94	0,006	0,65

Los índices de correlación obtenidos son los siguientes:

Tabla 30: Índice de correlación de Pearson entre los subsistemas de la memoria de trabajo y numeración más cálculo.

	Bucle fonológico	Agenda viso-espacial	Ejecutivo central
Numeración más cálculo	0,33**	0,12	0,52**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Los índices de correlación lineales obtenidos indican que la puntuación de numeración y cálculo está relacionada con el ejecutivo central ($r=0,52$) y el bucle fonológico ($r=0,33$) al obtener índices de correlación estadísticamente significativos. Sin embargo, no se produce una relación estadísticamente significativa con las pruebas del componente visual de la memoria de trabajo.

En segundo lugar, con el objeto de acotar de forma más precisa estos datos iniciales hemos correlacionado el sumatorio de las pruebas de numeración y cálculo con las puntuaciones de cada una de las pruebas de memoria de trabajo administradas. En las Tablas 31-34 se detallan los índices de correlación obtenidos en las pruebas de cada componente: bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central.

Tabla 31: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración más cálculo y las pruebas de memoria de trabajo: bucle fonológico.

	Recuerdo Serial de Dígitos directo: aciertos.	Recuerdo Serial de Dígitos directo: amplitud.	Recuerdo Serial de Palabras: aciertos.	Recuerdo Serial de Palabras: amplitud.	Test de Repetición de Pseudo-Palabras
Numeración más cálculo	0,32**	0,38**	0,2*	0,2*	0,2*

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0.05 (bilateral).

Observamos que existe correlación significativa entre las puntuaciones de numeración más cálculo y todas las pruebas del bucle fonológico de la memoria de trabajo. De forma más concreta, la correlación más elevada se produce con la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos, y se obtiene una relación más sólida con la amplitud

que con la puntuación directa.

Respecto a la agenda viso-espacial, hemos obtenido los siguientes índices de correlación:

Tabla 32: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración más cálculo y las pruebas de memoria de trabajo: agenda viso-espacial.

	Test de Matrices	Test de Memoria Visual Figurativa	Test Katakana de Búsqueda Visual
Numeración más cálculo	0,05	0,06	0,11

El sumatorio de numeración más cálculo no correlaciona de forma significativa con ninguna de las pruebas del subsistema visual de la memoria de trabajo, lo cual indica que tendría un papel nulo en las tareas de numeración y cálculo administradas.

Para verificar este primer dato, hemos administrado también otras pruebas de contenido básicamente visual: Nivel elemental del Test MY de Yuste (1985) y Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja, de Rey (1959). Los resultados de estas dos pruebas visuales son los siguientes:

Tabla 33: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración más cálculo y las pruebas visuales.

	Test de Memoria MY	Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja
Numeración más cálculo	0,16	0,18

De nuevo, a partir de los resultados obtenidos apreciamos que ninguna de las dos pruebas visuales administradas - Test de Memoria MY, de Yuste (1985) y Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja, de Rey (1959) correlaciona de forma estadísticamente significativa con el sumatorio de pruebas de numeración más cálculo.

Los resultados correspondientes al ejecutivo central se exponen a continuación:

Tabla 34: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración más cálculo y las pruebas de memoria de trabajo: ejecutivo central.

	Recuerdo Serial de Dígitos inverso: aciertos.	Recuerdo Serial de Dígitos inverso: amplitud.	Amplitud de Escuchar: aciertos.	Amplitud de Escuchar: amplitud.	Amplitud de Contar: aciertos.	Amplitud de Contar: amplitud.
Numeración más cálculo	0,29**	0,3**	0,37**	0,34**	0,39**	0,28**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

El índice de correlación es significativo en todas las pruebas del ejecutivo central. En general, apreciamos que se obtienen unos índices de correlación superiores que con las pruebas del resto de subsistemas de la memoria de trabajo, y la correlación más alta se da con la prueba de Amplitud de Contar (aciertos).

En tercer lugar, y de cara a la toma de decisiones de una posterior intervención en la segunda fase de nuestra investigación empírica, nos interesa determinar si la capacidad de memoria de trabajo incide en las tareas de numeración más cálculo de todos los sujetos por igual o bien si varía. Con este objeto retomamos la clasificación de los sujetos según su nivel de numeración más cálculo de la Tabla 12 (ver página 221) y comparamos las medias de los tres subgrupos establecidos en cada prueba del bucle fonológico. Los resultados del bucle fonológico obtenidos son los siguientes:

Tabla 35: Comparación de medias en las pruebas del bucle fonológico en función del nivel de numeración más cálculo.

	Nivel numeración más cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Recuerdo Serial de Dígitos directo: aciertos	Bajo	31	11,19	3,97	0,037	bajo<alto
	Medio	32	12,47	2,48		
	Alto	31	13,19	2,5		
Recuerdo Serial de Dígitos directo: amplitud	Bajo	31	4,19	0,98	0,006	bajo<alto
	Medio	32	4,56	0,67		
	Alto	31	4,84	0,64		
Recuerdo Serial de Palabras: aciertos	Bajo	31	5,13	2,05	0,058	N.S.
	Medio	32	6,16	2,58		
	Alto	31	6,35	1,68		

Recuerdo Serial de Palabras: amplitud	Bajo	31	3,71	0,69	0,089	N.S.
	Medio	32	3,94	0,76		
	Alto	31	4,1	0,6		
Repetición de Pseudopalabras: aciertos	Bajo	31	16,13	8,59	0,101	N.S.
	Medio	32	16,94	8,7		
	Alto	31	20,42	7,49		

A partir de los datos obtenidos, observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de nivel bajo y alto exclusivamente en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos directo, tanto en los aciertos como en la amplitud. Las diferencias se producen en el sentido esperado, es decir, los sujetos de menor nivel de numeración más cálculo son los que obtienen también un rendimiento inferior en Recuerdo Serial de Dígitos. En el resto de pruebas del bucle fonológico no se producen diferencias en base al nivel de numeración más cálculo, aunque se repite la misma tendencia, tal como podemos apreciar en la Figura 23.

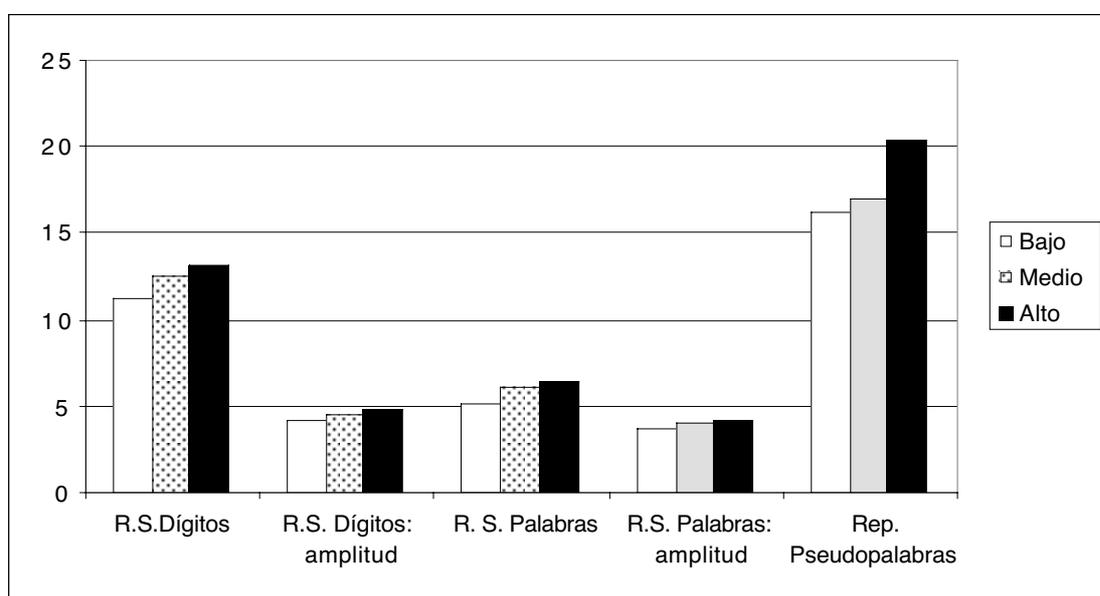


Figura 23: Rendimiento en las pruebas de bucle fonológico en función del nivel de numeración más cálculo.

En la Tabla 36 exponemos los datos obtenidos en las pruebas de la agenda viso-espacial:

Tabla 36: Comparación de medias en las pruebas de la agenda viso-espacial en función del nivel de numeración más cálculo.

	Nivel numeración más cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Test de Matrices	Bajo	31	9,55	2,31	0,96	N.S.
	Medio	32	9,59	2,83		
	Alto	31	9,42	2,31		
Test de Memoria Visual Figurativa	Bajo	31	9,13	1,91	0,953	N.S.
	Medio	32	9,19	2,42		
	Alto	31	9	2,91		
Test Katakana de Búsqueda Visual	Bajo	31	9,35	4,84	0,364	N.S.
	Medio	32	9,19	4,32		
	Alto	31	10,1	4,28		

En la Tabla 36 observamos que no se producen diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las pruebas visuales en función del nivel de numeración más cálculo de los sujetos. Además, como podemos apreciar gráficamente en la Figura 24, se produce un comportamiento dispar.

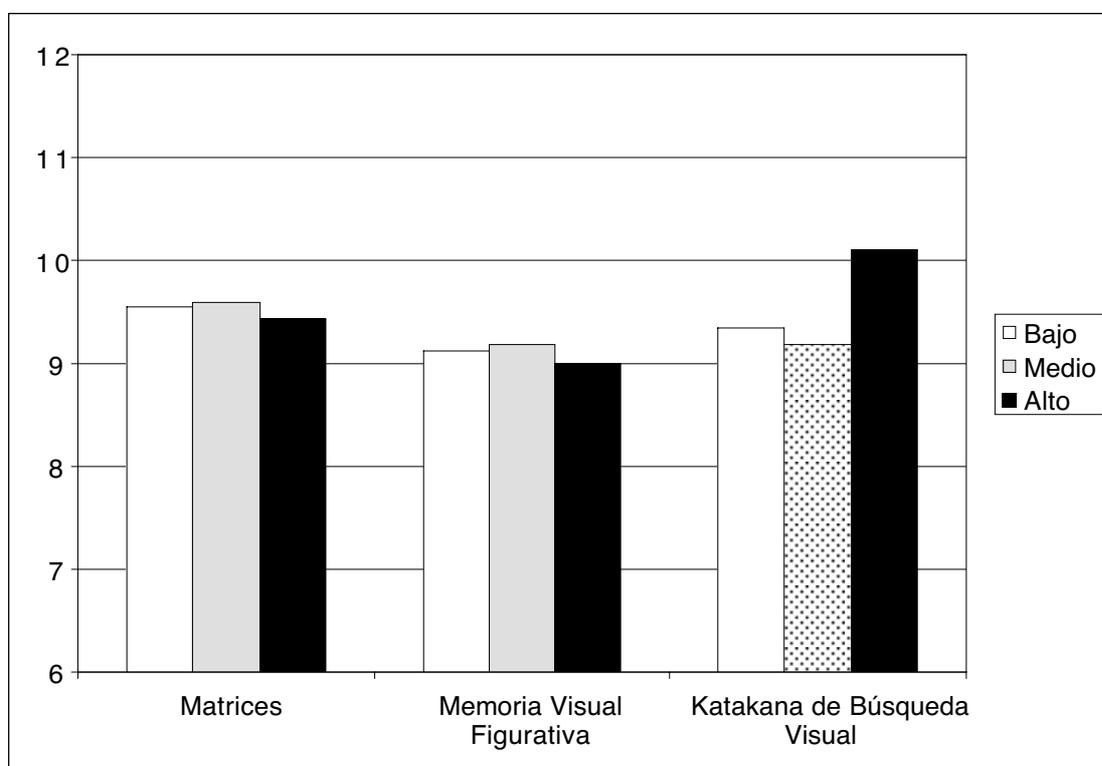


Figura 24: Rendimiento en las pruebas de agenda viso-espacial en función del nivel de numeración más cálculo.

En el resto de pruebas visuales administradas los datos obtenidos confirman esta tendencia:

Tabla 37: Comparación de medias en las pruebas visuales en función del nivel de numeración más cálculo

	Nivel numeración más cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Test de Memoria MY	Bajo	31	25,19	7,04	0,149	N.S.
	Medio	32	28,38	5,8		
	Alto	31	27,48	6,88		
Test de Copia y Repr. de una Fig. Compleja	Bajo	31	24,14	3,17	0,152	N.S.
	Medio	32	25,52	2,53		
	Alto	31	25,66	4,21		

Como podemos observar en la Tabla 37, tampoco se producen diferencias estadísticamente significativas. Además, la Figura 25 nos permite verificar gráficamente que a diferencia de lo que ocurría en las pruebas del bucle fonológico, no se produce un incremento progresivo de las puntuaciones en función del nivel, sino que se produce un comportamiento variable.

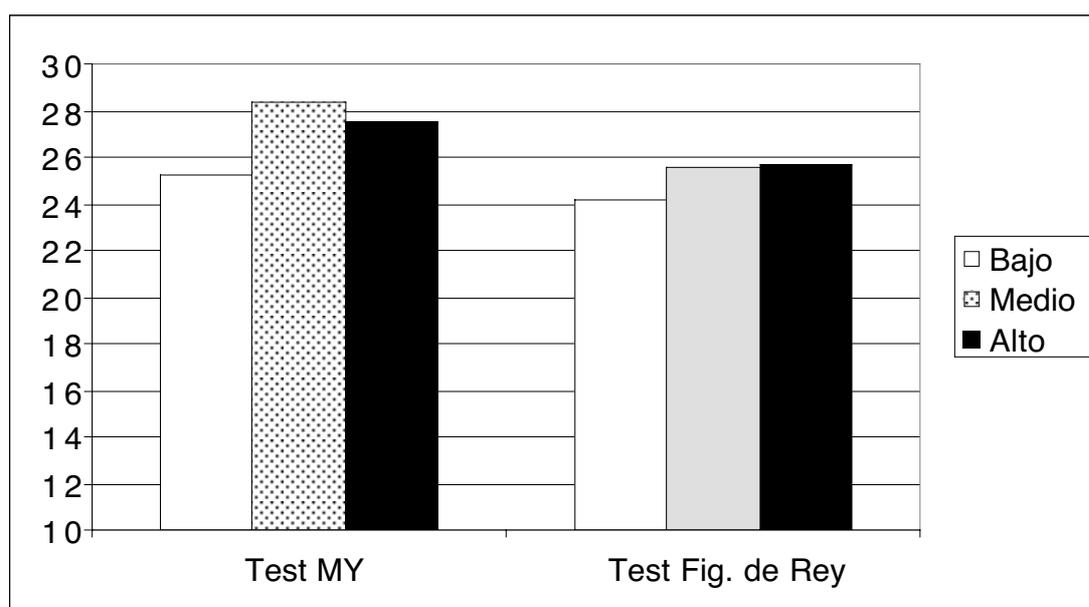


Figura 25: Rendimiento en las pruebas visuales en función del nivel de numeración más cálculo.

Finalmente, en la Tabla 38 exponemos los datos obtenidos para las pruebas del ejecutivo central de la memoria de trabajo.

Tabla 38: Comparación de medias en las pruebas del ejecutivo central en función del nivel de numeración más cálculo.

	Nivel numeración más cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Recuerdo Serial de Dígitos inverso: aciertos	Bajo	31	5,65	1,89	0,121	N.S.
	Medio	32	6,31	1,53		
	Alto	31	6,65	2,3		
Recuerdo Serial de Dígitos inverso: amplitud	Bajo	31	2,61	0,72	0,091	N.S.
	Medio	32	2,84	0,63		
	Alto	31	3,03	0,87		
Amplitud Escuchar: aciertos	Bajo	31	3,32	1,92	<0,001	bajo, medio<alto
	Medio	32	3,94	1,58		
	Alto	31	5,29	2,27		
Amplitud Escuchar: amplitud	Bajo	31	2,26	0,44	0,004	bajo<alto
	Medio	32	2,47	0,51		
	Alto	31	2,71	0,59		
Amplitud Contar: aciertos	Bajo	31	6,13	2,46	0,015	bajo<alto
	Medio	32	7,06	2,24		
	Alto	31	7,9	2,37		
Amplitud Contar: amplitud	Bajo	31	3,16	0,82	0,105	N.S.
	Medio	32	3,16	0,81		
	Alto	31	3,55	0,85		

En la Tabla 38 observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos subgrupos de numeración más cálculo en dos de las pruebas de memoria de trabajo utilizadas para medir la capacidad del ejecutivo central de la memoria de trabajo: Amplitud de Escuchar (tanto aciertos como amplitud) y Amplitud de Contar (aciertos). En todos los casos, las diferencias encontradas apuntan en el sentido esperado, es decir, los sujetos de nivel inferior en capacidad aritmética son los que obtienen peores puntuaciones en las tareas del ejecutivo central de la memoria de trabajo. A continuación presentamos un gráfico para consultar visualmente dichos resultados:

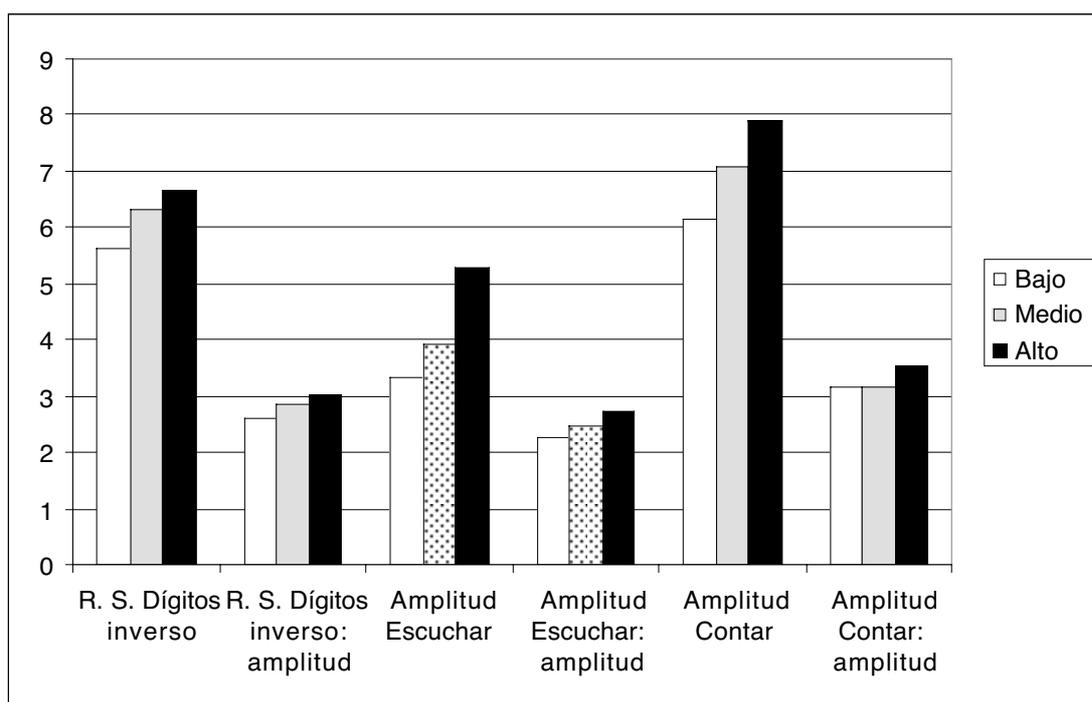


Figura 26: Rendimiento en las pruebas de ejecutivo central en función del nivel de numeración más cálculo.

De modo general, a partir de las Tablas 35-38 y sus correspondientes Figuras observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas en algunas de las pruebas de bucle fonológico y ejecutivo central, y la tendencia es que los sujetos que puntúan mejor en tareas aritméticas puntúen más alto en las pruebas de memoria de trabajo, lo cual nos permite confirmar que efectivamente éstos son los subsistemas de la memoria que parecen incidir de forma más significativa en la habilidad aritmética. El componente visual, a raíz de los resultados obtenidos, parece ser el que ejerce un nivel de incidencia inferior.

En cuarto lugar presentamos el análisis inverso, en el que hemos comparado el rendimiento en tareas de numeración más cálculo en función del nivel en cada uno de los subsistemas de la memoria de trabajo.

Previamente, exponemos la distribución estadística de los sujetos en base a su nivel de bucle fonológico (bajo, medio, alto). Al tratarse de nuevo de una variable compuesta, recordamos que presentamos los datos a partir de las puntuaciones

normalizadas.

Tabla 39: Niveles de rendimiento en tareas de bucle fonológico: bajo, medio y alto.

	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	31	-0,73	0,43	-1,75	-0,21
Medio	32	0,12	0,45	-0,78	0,96
Alto	31	0,61	0,43	-0,01	1,46

Una vez obtenida la categorización, exponemos los resultados de la comparación de medias entre los tres grupos:

Tabla 40: Rendimiento en tareas de numeración y cálculo en función del nivel de bucle fonológico.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	-0,52	1,8	0,029	bajo<alto
Medio	32	-0,05	1,4		
Alto	31	0,57	1,61		

Al efectuar el análisis inverso apreciamos que de nuevo se producen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de nivel bajo y alto, es decir, los sujetos con un nivel de rendimiento bajo en tareas de bucle fonológico obtienen también rendimientos significativamente inferiores en el sumatorio de numeración más cálculo. A continuación efectuamos el mismo análisis para la agenda viso-espacial:

Tabla 41: Niveles de rendimiento en tareas de agenda viso-espacial: bajo, medio y alto.

	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	29	-1,13	0,5	-2,48	-0,56
Medio	35	-0,01	0,27	-0,4	0,38
Alto	30	1,1	0,5	0,53	2,48

A partir de la clasificación de sujetos establecida, comparamos de nuevo sus

medias en tareas de numeración y cálculo consideradas globalmente.

Tabla 42: Rendimiento en tareas de numeración y cálculo en función del nivel de agenda viso-espacial.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	29	-0,07	1,8	0,382	N.S.
Medio	35	-0,23	1,44		
Alto	30	0,33	1,74		

Los datos estadísticos obtenidos indican que al comparar las medias del sumatorio numeración más cálculo según el nivel de rendimiento en tareas de la agenda viso-espacial no se producen diferencias de rendimiento estadísticamente significativas.

En cuanto al análisis del ejecutivo central, en primer lugar presentamos la distribución de los sujetos de nuestra muestra en función de su nivel de rendimiento en tareas del ejecutivo central de la memoria de trabajo.

Tabla 43: Niveles de rendimiento en tareas de ejecutivo central: bajo, medio y alto.

	Casos	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Bajo	31	-0,67	0,37	-1,97	-0,24
Medio	34	0,06	0,25	-0,65	0,55
Alto	29	0,66	0,5	-0,17	2,05

Al comparar las medias del sumatorio numeración más cálculo de los tres grupos establecidos hemos obtenido los resultados siguientes:

Tabla 44: Rendimiento en tareas de numeración y cálculo en función del nivel de ejecutivo central.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	-0,78	1,77	<0,001	bajo,medio<alto
Medio	34	-0,1	1,07		
Alto	29	0,94	1,67		

En el último análisis de este subapartado podemos comprobar que al distinguir los sujetos según su nivel de rendimiento en tareas de ejecutivo central, se producen diferencias entre los de nivel alto y el resto, que obtienen puntuaciones en numeración más cálculo significativamente inferiores.

6.3.2. La incidencia de los distintos subsistemas de la memoria de trabajo en numeración

Como hemos indicado, a continuación vamos a realizar un análisis paralelo al efectuado en el subapartado anterior, pero relativo a la tareas de numeración.

En primer lugar, pues, presentamos los índices de correlación lineales de Pearson entre la prueba de numeración y cada uno de los subsistemas de la memoria de trabajo:

Tabla 45: Índice de correlación de Pearson entre sumatorio de los subsistemas de la memoria de trabajo y numeración.

	Bucle fonológico	Agenda viso-espacial	Ejecutivo central
Numeración	0,32**	0,11	0,52**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

A partir de los datos anteriores se podría apuntar que el componente de la memoria de trabajo con una vinculación mayor en tareas de numeración es el ejecutivo central, seguido del bucle fonológico. La agenda viso-espacial, por su lado, ejerce una escasa influencia. En segundo lugar presentamos los índices de correlación obtenidos entre las puntuaciones de las pruebas de cada subsistema de la memoria de trabajo:

Tabla 46: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración y las pruebas de memoria de trabajo: bucle fonológico.

	Recuerdo Serial de Dígitos directo: aciertos.	Recuerdo Serial de Dígitos directo: amplitud.	Recuerdo Serial de Palabras: aciertos.	Recuerdo Serial de Palabras: amplitud.	Test de Repetición de Pseudo-palabras
Numeración	0,29**	0,36**	0,22*	0,26*	0,2

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

Existe correlación lineal significativa entre las puntuaciones de numeración y todas las pruebas del bucle fonológico de la memoria de trabajo, excepto en el caso del Test de Repetición de Pseudopalabras.

Como podemos apreciar en la Tabla 46, por un lado se observa una tendencia a obtener correlaciones superiores con la amplitud que con los aciertos o puntuaciones directas; y por otro lado, la correlación más alta se da con la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo).

En relación a la agenda viso-espacial, las correlaciones obtenidas entre las puntuaciones de numeración y las puntuaciones del sistema visual de la memoria de trabajo son las siguientes:

Tabla 47: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración y las pruebas de memoria de trabajo: agenda viso-espacial.

	Test de Matrices	Test de Memoria Visual Figurativa	Test Katakana de Búsqueda Visual
Numeración	0,03	0,03	0,14

En este caso, observamos que no se produce ninguna relación significativa entre las puntuaciones de numeración y las pruebas de la agenda viso-espacial. En el resto de pruebas visuales administradas, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 48: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración y las pruebas visuales.

	Test de Memoria MY	Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja
Numeración	0,23*	0,16

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

En la Tabla 48 podemos apreciar que se produce una correlación estadísticamente significativa entre el nivel de numeración y el Test de Memoria MY.

Finalmente, los índices de correlación relativos al ejecutivo central son los siguientes:

Tabla 49: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de numeración y las pruebas de memoria de trabajo: ejecutivo central.

	Recuerdo Serial de Dígitos inverso: aciertos.	Recuerdo Serial de Dígitos inverso: amplitud.	Amplitud de Escuchar: aciertos.	Amplitud de Escuchar: amplitud.	Amplitud de Contar: aciertos.	Amplitud de Contar: amplitud.
Numeración	0,26*	0,26*	0,4**	0,35**	0,4**	0,29**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

El índice de correlación lineal es significativo en todas las pruebas del ejecutivo central. En general, se observan unos índices de correlación superiores que con las pruebas del resto de subsistemas de la memoria de trabajo, y la correlación más alta se da con las pruebas de Amplitud de Escuchar y Amplitud de Contar. A raíz de los resultados obtenidos, observamos que en las puntuaciones de numeración básicamente hemos obtenido correlaciones con las pruebas de memoria de trabajo del ejecutivo central y también del bucle fonológico, de lo que se desprende que estos dos subsistemas de la memoria de trabajo son los que mantienen una relación más estrecha con la habilidad numérica de los sujetos.

En tercer lugar vamos a estudiar si la capacidad de memoria de trabajo incide en la habilidad numérica de todos los sujetos por igual, o bien si varía en función de su nivel de numeración, cuya categorización se encuentra en la Tabla 17 (ver página 223), tal como hemos procedido en el subapartado anterior. A continuación, siguiendo el orden establecido, presentamos los resultados obtenidos en las pruebas del bucle fonológico:

Tabla 50: Rendimiento en pruebas de bucle fonológico según el nivel de numeración.

	Nivel numeración	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Recuerdo serial de Dígitos directo: aciertos	Bajo	31	11,55	4,02	0,186	N.S.
	Medio	31	12,29	2,73		
	Alto	32	13	2,34		
Recuerdo Serial de Dígitos directo: amplitud	Bajo	31	4,23	1,02	0,022	bajo<alto
	Medio	31	4,58	0,67		
	Alto	32	4,78	0,61		

Recuerdo Serial de Palabras: aciertos	Bajo	32	5,35	2,11	0,016	bajo<alto
	Medio	31	6,16	2		
	Alto	31	6,72	1,97		
Recuerdo serial de Palabras: amplitud	Bajo	32	3,65	0,71	0,004	bajo<alto
	Medio	31	3,87	0,67		
	Alto	31	4,22	0,61		
Repetición de Pseudopalabras: aciertos	Bajo	32	16,48	8,73	0,529	N.S.
	Medio	31	18,1	9,2		
	Alto	31	18,84	7,29		

En la Tabla 50 observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos de nivel bajo y alto en el sentido esperado en la amplitud de las pruebas de Recuerdo Serial de Dígitos y Palabras directo, así como en las puntuaciones directas de la prueba de Recuerdo Serial de Palabras. En el resto de pruebas (aciertos en Recuerdo Serial de Dígitos y Pseudopalabras), aunque las medias aumentan, no se alcanza el nivel de significatividad esperado.

Podemos consultar visualmente los resultados de la Tabla 50 en la Figura 27:

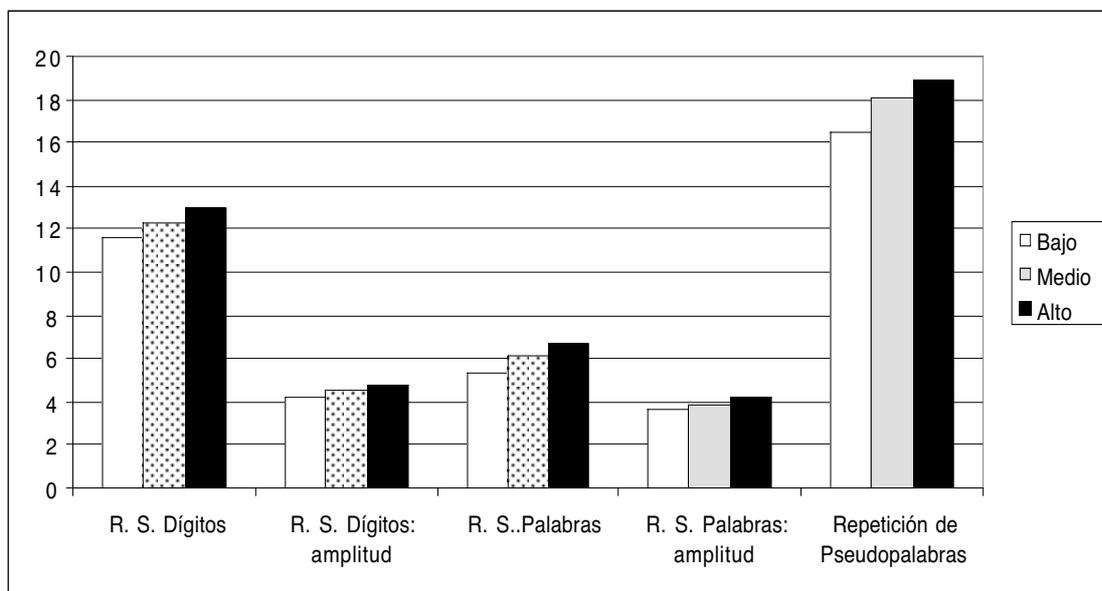


Figura 27: Rendimiento en las pruebas de bucle fonológico en función del nivel de numeración.

El hecho de haber encontrado mayoritariamente diferencias estadísticamente

significativas entre las puntuaciones de las pruebas de bucle fonológico obtenidas por los sujetos de bajo nivel numérico respecto a los de alta capacidad nos permite apuntar que el rendimiento del bucle fonológico incide en la habilidad numérica de los sujetos. En la Tabla 51 exponemos los resultados de las pruebas visuales:

Tabla 51: Rendimiento en pruebas de la agenda viso-espacial en función del nivel de numeración.

	Nivel numeración	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Test de Matrices	Bajo	31	9,52	2,19	1	N.S.
	Medio	31	9,52	2,8		
	Alto	32	9,53	2,46		
Test de Memoria Visual Figurativa	Bajo	31	8,9	1,96	0,315	N.S.
	Medio	31	9,65	2,07		
	Alto	32	8,78	3,05		
Test Katakana de Búsqueda Visual	Bajo	31	9,13	4,4	0,821	N.S.
	Medio	31	9,77	4,43		
	Alto	32	9,72	4,64		

En la Tabla 51 observamos que no se producen diferencias estadísticamente significativas en función del nivel de numeración, aspecto que se pone de relieve en la Figura 28:

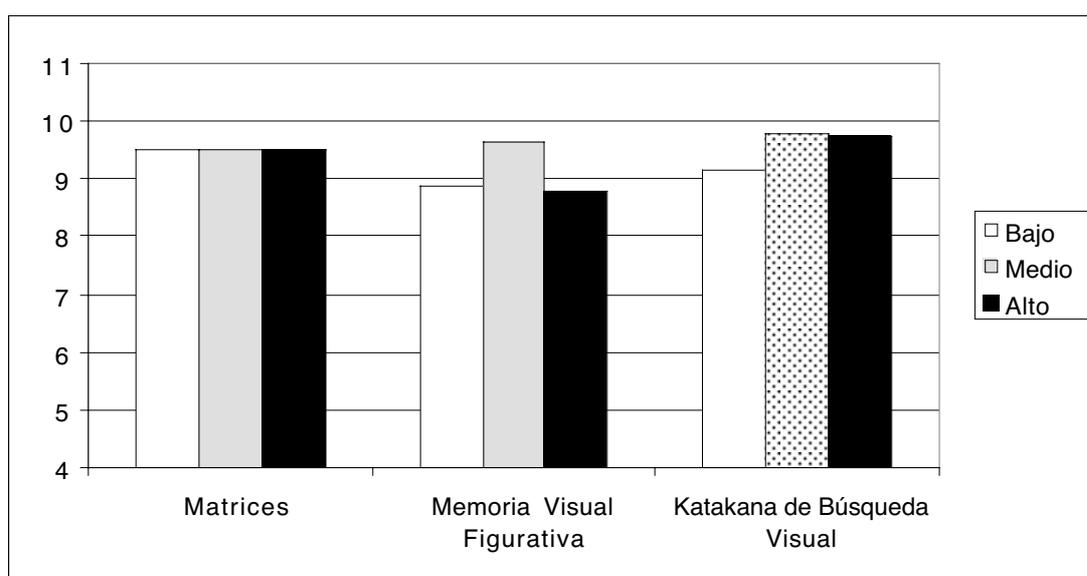


Figura 28: Rendimiento en las pruebas de agenda viso-espacial en función del nivel de numeración.

En el resto de pruebas visuales administradas hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 52: Rendimiento en pruebas visuales en función del nivel de numeración.

	Nivel numeración	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Test de Memoria MY	Bajo	31	24,74	6,92	0,034	bajo<alto
	Medio	31	27,23	6,63		
	Alto	32	29,06	5,87		
Copia y Repr. de una Fig. Compleja	Bajo	31	24,45	3,3	0,245	N.S.
	Medio	31	24,98	2,65		
	Alto	32	25,87	4,04		

Podemos apreciar que en este caso se producen diferencias estadísticamente significativas exclusivamente en el Test de memoria MY entre los sujetos de menor y mayor habilidad numérica, como podemos apreciar en la Figura 29:

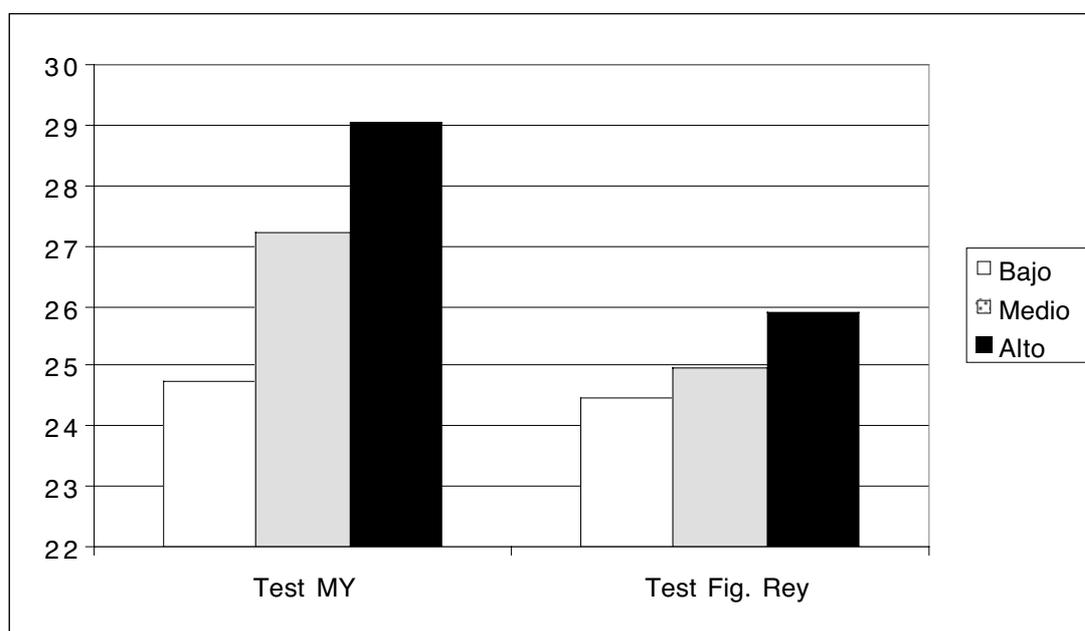


Figura 29: Rendimiento en las pruebas visuales en función del nivel de numeración.

Este resultado, a nuestro entender, es debido a que el Test de Memoria MY tiene componentes más verbales que el Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja.

Desde una perspectiva genérica, sin embargo, a raíz de los resultados obtenidos en el conjunto de pruebas visuales administradas podemos afirmar que la capacidad de memoria visual tiene una incidencia escasa en el rendimiento de habilidades numéricas.

Finalmente, en la Tabla 53 exponemos los datos obtenidos para las pruebas del ejecutivo central de la memoria de trabajo.

Tabla 53: Rendimiento en pruebas de ejecutivo central en función del nivel de numeración.

	Nivel numeración	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Recuerdo Serial de Dígitos inverso: aciertos	Bajo	31	5,55	1,79	0,063	N.S.
	Medio	31	6,39	1,61		
	Alto	32	6,66	2,28		
Dígitos Serial de Dígitos inverso: amplitud	Bajo	31	2,58	0,67	0,039	bajo<alto
	Medio	31	2,84	0,73		
	Alto	32	3,06	0,8		
Amplitud Escuchar: aciertos	Bajo	31	4,13	3,75	<0,001	bajo<alto medio<alto
	Medio	31	4,71	3,52		
	Alto	32	8,25	5,25		
Amplitud Escuchar: amplitud	Bajo	31	2,23	0,43	<0,001	bajo<alto medio<alto
	Medio	31	2,39	0,5		
	Alto	32	2,84	0,57		
Amplitud Contar: aciertos	Bajo	31	6,03	2,32	<0,001	bajo<alto medio<alto
	Medio	31	6,35	2,18		
	Alto	32	8,66	1,98		
Amplitud Contar: amplitud	Bajo	31	3,13	0,81	<0,001	bajo<alto medio<alto
	Medio	31	2,97	0,8		
	Alto	32	3,75	0,72		

En la Tabla 53 observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos subgrupos de habilidad numérica en todas las pruebas de memoria de trabajo utilizadas para medir la capacidad del ejecutivo central de la memoria de trabajo, excepto en el número de series acertadas de la

prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (inverso). En todos los casos, las diferencias encontradas apuntan en el sentido esperado, es decir, los sujetos de nivel inferior en numeración son los que obtienen peores puntuaciones en las tareas del ejecutivo central de la memoria de trabajo. Seguidamente aportamos un gráfico en el que pueden apreciarse visualmente los resultados obtenidos:

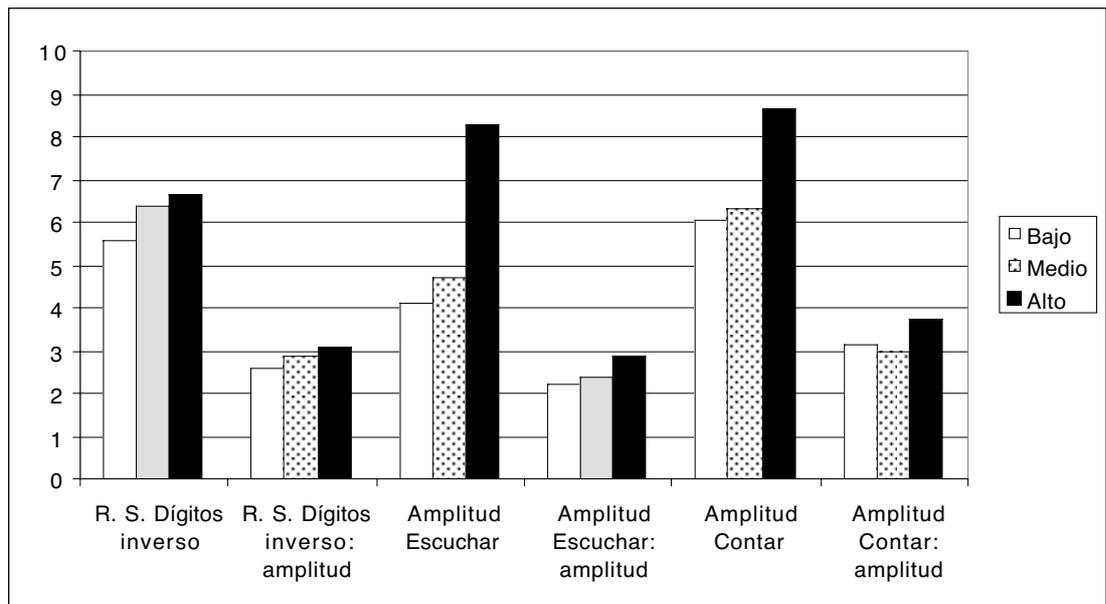


Figura 30: Rendimiento en las pruebas de ejecutivo central en función del nivel de numeración.

De modo general, a partir de las Tablas 50-53 observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones que obtienen los sujetos de los distintos niveles de numeración en prácticamente todas las pruebas de bucle fonológico y ejecutivo central, lo cual nos permite confirmar que efectivamente éstos son los subsistemas de la memoria de trabajo que parecen incidir de forma más significativa en la habilidad numérica. El componente de memoria visual, a raíz de los resultados obtenidos, parece ser el que ejerce un nivel de incidencia inferior.

En cuarto lugar, y con el objeto de confirmar los resultados obtenidos hasta el momento, procedemos a realizar el análisis inverso para cada uno de los subsistemas de la memoria de trabajo. Recordamos que dicho análisis consiste en estudiar la incidencia del nivel de memoria de trabajo (y más particularmente del nivel de sus

subsistemas) en las ejecuciones de numeración, partiendo de las clasificaciones de sujetos presentadas en las Tablas 39 (ver página 240), 41 (ver página 240) y 43 (ver página 241) respectivamente.

Respecto al bucle fonológico, hemos obtenido los datos siguientes:

Tabla 54: Rendimiento en tareas de numeración en función del nivel de bucle fonológico.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	31,13	17,22	0,084	N.S.
Medio	32	36,59	15,11		
Alto	31	40	14,39		

En la Tabla 54 podemos apreciar que no se producen diferencias estadísticamente significativas en numeración en función del nivel de rendimiento en tareas de bucle fonológico, dato que contradice en parte los resultados obtenidos en el análisis directo, expuestos en la Tabla 50 (ver página 244). Este resultado, a nuestro entender, se debe al peso ejercido por las tareas de Recuerdo Serial de Dígitos directo (aciertos) y Repetición de Pseudopalabras, que son las dos en las que no hemos obtenido diferencias significativas entre los distintos niveles.

Los resultados obtenidos con las pruebas del componente visual de la memoria de trabajo son los siguientes:

Tabla 55: Rendimiento en tareas de numeración en función del nivel de agenda visoespacial.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	33	29,12	16,8	0,008	bajo< medio,alto
Medio	29	40,14	14,4		
Alto	32	39,09	14,18		

A diferencia del comportamiento observado en función de los niveles de bucle fonológico, al comparar las medias de numeración en función del nivel de rendimiento en el subsistema visual apreciamos que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de nivel bajo con respecto a los de

nivel medio y alto, que obtienen medias superiores.

En relación al último de los tres subsistemas de la memoria de trabajo, el ejecutivo central, hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 56: Rendimiento en tareas de numeración en función del nivel de ejecutivo central.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	27,19	16,95	<0,001	bajo, medio< alto
Medio	34	35,35	10,84		
Alto	29	45,9	14,24		

Los resultados obtenidos indican que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos con un nivel alto en ejecutivo central y los otros dos subgrupos establecidos, en el sentido que los primeros obtienen puntuaciones superiores en numeración.

6.3.3. La incidencia de los distintos subsistemas de la memoria de trabajo en cálculo

A continuación vamos a proceder a analizar la relación específica que existe entre cada componente de la memoria de trabajo y las tareas de cálculo.

En primer lugar, y siguiendo el mismo proceso de análisis que en los subapartados 6.3.1. y 6.3.2., hemos correlacionado el sumatorio de cada componente de la memoria de trabajo con la puntuación total de cálculo. Los índices de correlación de Pearson que hemos obtenido son los siguientes:

Tabla 57: Índice de correlación de Pearson entre sumatorio de los subsistemas de la memoria de trabajo y cálculo.

	Bucle fonológico	Agenda viso-espacial	Ejecutivo central
Cálculo	0,3**	0,12	0,45**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

A partir de los datos de la Tabla 57 se podría apuntar que los subsistemas de la memoria de trabajo con una vinculación mayor con tareas de cálculo son el

ejecutivo central y el bucle fonológico.

En segundo lugar pretendemos verificar de forma más específica los datos encontrados hasta el momento, y a la vez intentar determinar cuales son las pruebas de memoria de trabajo que inciden de una forma más directa en las tareas de cálculo aritmético. Con este objeto, hemos correlacionado las medias obtenidas en las distintas pruebas de memoria de trabajo con las medias obtenidas en las pruebas de cálculo. En las Tablas 58-61 exponemos los índices de correlación obtenidos en las pruebas de cada componente de la memoria de trabajo.

Para el bucle fonológico hemos obtenido los resultados siguientes:

Tabla 58: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de cálculo y las pruebas de memoria de trabajo: bucle fonológico.

	Recuerdo Serial de Dígitos directo: aciertos.	Recuerdo Serial de Dígitos directo: amplitud.	Recuerdo Serial de Palabras: aciertos.	Recuerdo Serial de Palabras: amplitud.	Repetición de Pseudo Palabras.
Cálculo	0,3**	0,34**	0,16	0,11	0,18

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Existe correlación lineal significativa entre las puntuaciones de cálculo y las puntuaciones de prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo), tanto en puntuaciones directas como en amplitud, aunque la correlación con la amplitud es superior que con la puntuación de aciertos.

Respecto a las tareas visuales de la memoria de trabajo hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 59: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de cálculo y las pruebas de memoria de trabajo: agenda viso-espacial.

	Test de Matrices	Test de Memoria Visual Figurativa	Test Katakana de Búsqueda Visual
Cálculo	0,07	0,09	0,07

En ninguna prueba hemos obtenido una correlación lineal significativa, lo

cual nos indica la nula incidencia de las pruebas del componente viso-espacial de la memoria de trabajo en tareas de cálculo. Con el resto de pruebas visuales administradas se repite la misma tendencia:

Tabla 60: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de cálculo y las pruebas visuales.

	Test de Memoria MY	Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja
Cálculo	0,07	0,18

Respecto al ejecutivo central, hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 61: Índice de correlación de Pearson entre las pruebas de cálculo y las pruebas de memoria de trabajo: ejecutivo central.

	Recuerdo Serial de Dígitos inverso: aciertos.	Recuerdo Serial de Dígitos inverso: amplitud.	Amplitud de Escuchar: aciertos.	Amplitud de Escuchar: amplitud.	Amplitud de Contar: aciertos.	Amplitud de Contar: amplitud.
Cálculo	0,29**	0,3**	0,3**	0,28**	0,33**	0,24*

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

El índice de correlación es significativo en todos los casos al nivel 0,01 (bilateral), excepto entre las puntuaciones de cálculo y la amplitud de la prueba Amplitud de Contar, cuyo índice de correlación lineal es significativo al nivel 0,05 (bilateral). En este caso, las correlaciones más fuertes son sobretodo con las pruebas de Recuerdo Serial de Dígitos (inverso) y Amplitud de Escuchar.

En síntesis, observamos que la tendencia de los resultados es prácticamente la misma que para las pruebas de numeración, ya que hemos obtenido correlaciones estadísticamente significativas (al nivel 0.01 mayoritariamente) de las puntuaciones de cálculo básicamente con las pruebas de memoria de trabajo del ejecutivo central y del bucle fonológico, de lo que se desprende que estos dos subsistemas de la memoria de trabajo son los que mantienen una relación más estrecha con la habilidad aritmética de los sujetos, mientras que el componente viso-espacial ejercería una influencia inferior.

En tercer lugar hemos analizado si los sujetos con distinta habilidad en cálculo, cuya categorización se puede consultar en la Tabla 21 (ver página 225), tienen también distintos rendimientos de memoria de trabajo. Los resultados correspondientes al bucle fonológico figuran en la Tabla 62:

Tabla 62: Rendimiento en tareas del bucle fonológico en función del nivel de cálculo.

	Nivel cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Recuerdo Serial de Dígitos directo: aciertos	Bajo	31	10,45	2,78	<0,001	bajo<medio, alto
	Medio	30	13,33	3,3		
	Alto	33	13,06	2,55		
Recuerdo Serial de Dígitos directo: amplitud	Bajo	31	4,06	0,8	<0,001	bajo<medio, alto
	Medio	30	4,7	0,8		
	Alto	33	4,82	0,64		
Recuerdo Serial de Palabras: aciertos	Bajo	31	5,32	1,8	0,094	N.S.
	Medio	30	6,43	2,54		
	Alto	33	6,48	1,68		
Recuerdo Serial de Palabras: amplitud	Bajo	31	3,81	0,7	0,440	N.S.
	Medio	30	3,9	0,76		
	Alto	33	4,03	0,64		
Repetición de Pseudopalabras: aciertos	Bajo	31	15	7,9	0,065	N.S.
	Medio	30	18,7	8,94		
	Alto	33	19,67	7,89		

A partir de los resultados de la Tabla 62 observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo) entre el nivel bajo y el medio y el alto en el sentido esperado, es decir, los sujetos que menos puntúan en tareas de cálculo son también los que obtienen peores rendimientos en tareas del bucle fonológico de la memoria de trabajo. En ningún caso se han producido diferencias entre los sujetos del nivel medio y alto.

En la Figura 31 pueden visualizarse gráficamente los resultados obtenidos en este análisis:

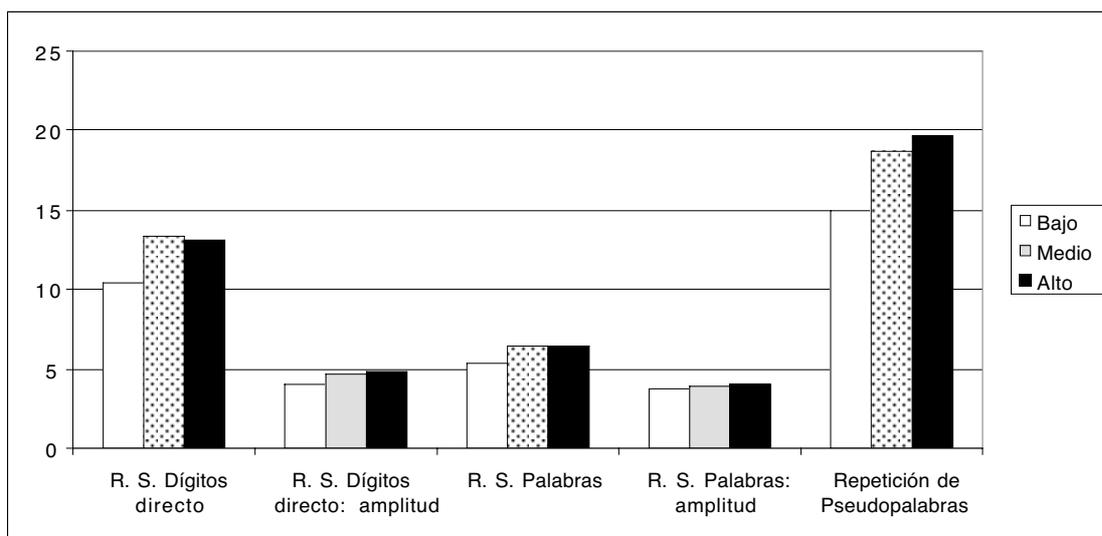


Figura 31: Rendimiento en las pruebas de bucle fonológico en función del nivel de cálculo.

Una vez analizados los resultados relativos al bucle fonológico, en la Tabla 63 presentamos los resultados para las pruebas visuales.

Al comparar las medias de puntuación en las distintas tareas visuales en función del nivel de cálculo de los sujetos de nuestra muestra hemos obtenido los siguientes datos empíricos:

Tabla 63: Rendimiento en tareas de la agenda viso-espacial en función del nivel de cálculo.

	Nivel cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Test de Matrices	Bajo	31	9,32	2,9	0,65	N.S.
	Medio	30	9,87	2,21		
	Alto	33	9,39	2,29		
Test de Memoria Visual Figurativa	Bajo	31	8,74	2,5	0,478	N.S.
	Medio	30	9,5	2,18		
	Alto	33	9,09	2,57		
Test Katakana de Búsqueda Visual	Bajo	31	9,32	5,22	0,364	N.S.
	Medio	30	8,83	3,39		
	Alto	33	10,39	4,52		

A raíz de los resultados anteriores observamos que no se producen diferencias estadísticamente significativas en ninguna prueba. En la Figura 32

podemos verificar también que no se produce un comportamiento uniforme en las tres pruebas administradas, además de no repetirse el mismo comportamiento ascendente en función del nivel que se producía en la mayor parte de pruebas de bucle fonológico administradas.

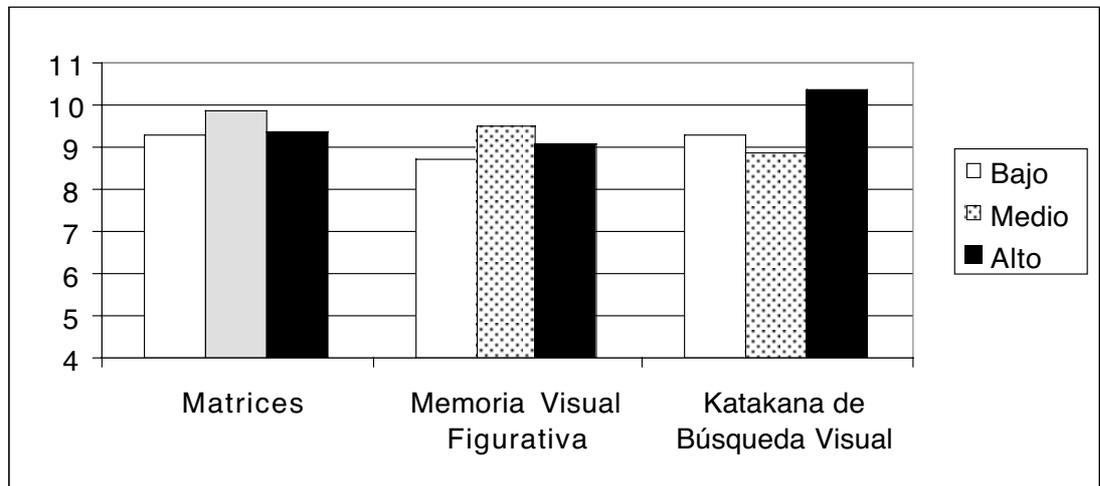


Figura 32: Rendimiento en las pruebas de agenda viso-espacial en función del nivel de cálculo.

Al administrar el resto de pruebas visuales hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 64: Rendimiento en tareas visuales en función del nivel de cálculo.

	Nivel cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Test de Memoria MY	Bajo	31	26,87	7,31	0,871	N.S.
	Medio	30	26,67	6,28		
	Alto	33	27,52	6,53		
Test de Copia y Repr. de una Fig. Compleja	Bajo	31	24,29	3	0,198	N.S.
	Medio	30	25,85	2,8		
	Alto	33	25,21	4		

De nuevo no hemos obtenido diferencias estadísticamente significativas, lo cual nos reafirma la escasa incidencia de la memoria visual en la ejecución de tareas de cálculo. En la Figura 33 podemos analizar visualmente los resultados obtenidos:

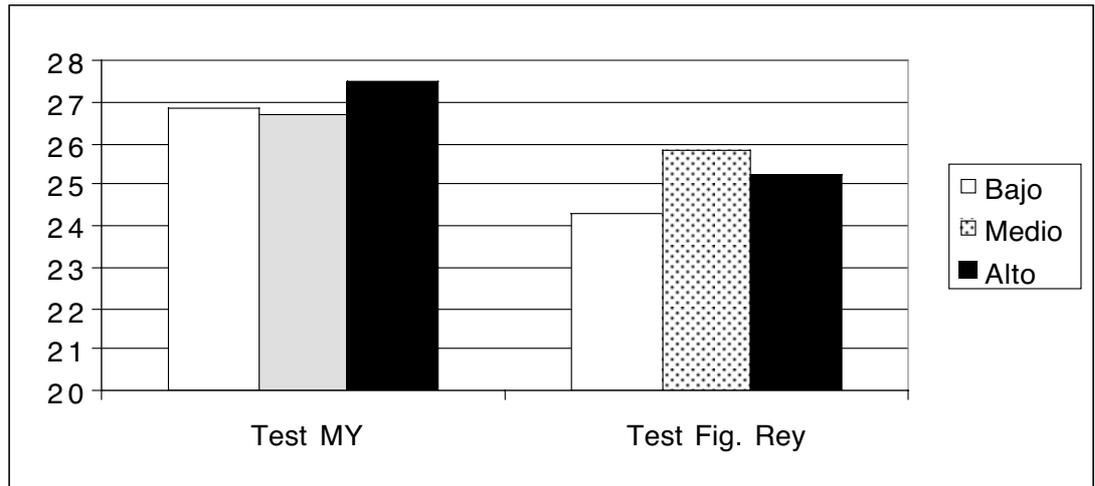


Figura 33: Rendimiento en las pruebas visuales en función del nivel de cálculo.

A continuación analizamos este aspecto en las pruebas del ejecutivo central.

Tabla 65: Rendimiento en tareas de ejecutivo central en función del nivel de cálculo.

	Nivel cálculo	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Recuerdo Serial de Dígitos inverso: aciertos	Bajo	31	5,35	1,8	0,011	bajo<medio bajo<alto
	Medio	30	6,6	1,81		
	Alto	33	6,64	2,01		
Recuerdo Serial de Dígitos inverso: amplitud	Bajo	31	2,52	0,68	0,015	bajo<alto
	Medio	30	2,93	0,69		
	Alto	33	3,03	0,81		
Amplitud Escuchar: aciertos	Bajo	31	4,19	3,05	0,004	bajo, medio<alto
	Medio	30	5,03	3,65		
	Alto	33	7,79	5,78		
Amplitud Escuchar: amplitud	Bajo	31	2,32	0,48	0,033	bajo<alto
	Medio	30	2,43	0,5		
	Alto	33	2,7	0,64		
Amplitud Contar: aciertos	Bajo	31	6,23	2,58	0,027	bajo<alto
	Medio	30	6,97	2,14		
	Alto	33	7,85	2,37		
Amplitud Contar: amplitud	Bajo	31	3,16	0,86	0,152	N.S.
	Medio	30	3,17	0,75		
	Alto	33	3,29	0,84		

En la Tabla 65 observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas administradas en el sentido esperado: los sujetos de nivel bajo y/o medio en cálculo puntúan peor que los de nivel alto en las tareas que miden la capacidad del ejecutivo central, excepto en la amplitud de la prueba de Amplitud de Contar, donde no se producen diferencias. En la Figura 34 pueden apreciarse visualmente los datos obtenidos:

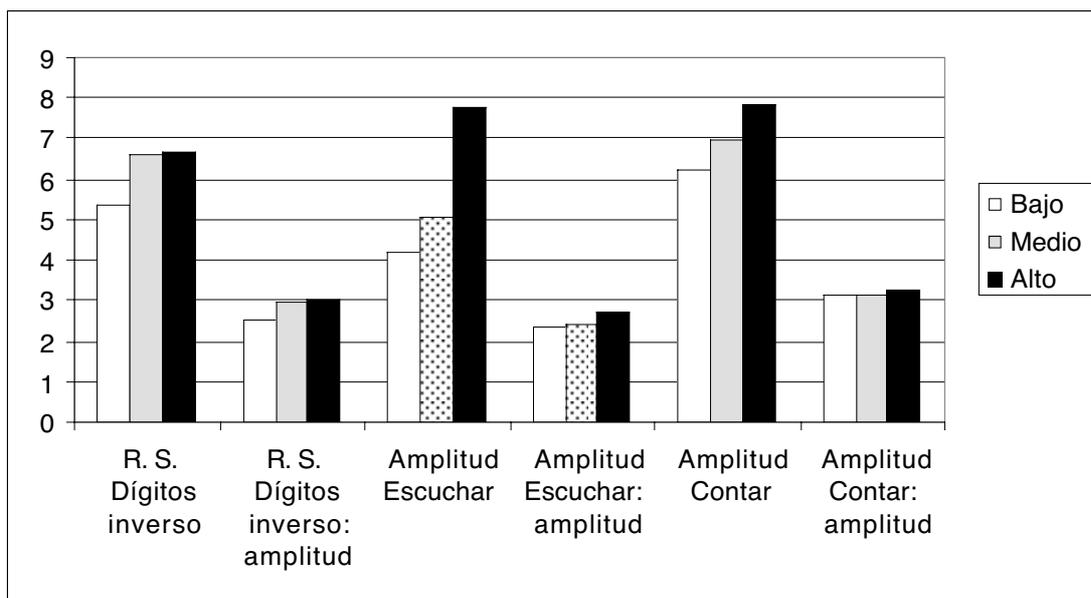


Figura 34: Rendimiento en las pruebas de ejecutivo central en función del nivel de cálculo.

De modo general, a partir de las Tablas 62-65 observamos que se producen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones que obtienen los sujetos de los distintos niveles de cálculo en las pruebas de memoria de trabajo siguientes: a) bucle fonológico: Recuerdo Serial de Dígitos directo (número de series acertadas y amplitud); b) agenda viso-espacial: en ninguna prueba; y c) ejecutivo central: en todas las pruebas, excepto en el span de Amplitud de Contar. Parece ser, pues, que de nuevo los subsistemas de la memoria de trabajo más relacionados o que parecen incidir de forma más significativa en la habilidad para el cálculo aritmético son los que dependen del bucle fonológico y, sobretudo, del ejecutivo central.

En cuarto lugar vamos a analizar si los sujetos con distintos niveles de

rendimiento en los tres subsistemas de la memoria de trabajo obtienen también rendimientos estadísticamente distintos en tareas de cálculo. Los resultados relativos al bucle fonológico son los siguientes:

Tabla 66: Rendimiento en tareas de cálculo en función del nivel de bucle fonológico.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	17,35	24,63	0,03	bajo<alto
Medio	32	23,03	13,65		
Alto	31	30,03	15,57		

En la Tabla 66 podemos apreciar que, respecto al rendimiento en tareas de cálculo, se producen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de nivel bajo y alto en bucle articulatorio en el sentido que los sujetos con un nivel bajo en bucle fonológico obtienen puntuaciones significativamente inferiores en tareas de cálculo que los de nivel alto. En relación a la agenda viso-espacial hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 67: Rendimiento en tareas de cálculo en función del nivel de agenda viso-espacial.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	33	16,94	22,82	0,047	N.S.
Medio	29	26,28	14,8		
Alto	32	27,66	16,8		

Respecto a la clasificación de los sujetos en función de su nivel en tareas de la agenda viso-espacial, no se producen diferencias destacables en la habilidad en cálculo. Finalmente, los datos del ejecutivo central se exponen en la siguiente Tabla:

Tabla 68: Rendimiento en tareas de cálculo en función del nivel de ejecutivo central.

	N	Media	Desviación Típica	Sig.	Contraste
Bajo	31	15,68	23,08	0,003	bajo<alto
Medio	34	23,26	14,62		
Alto	29	32,03	15,46		

Los resultados obtenidos indican que se producen diferencias

estadísticamente significativas entre los sujetos con un nivel alto y bajo en ejecutivo central, en el sentido que los primeros obtienen puntuaciones superiores en cálculo.

Finalmente, a modo de resumen, queremos señalar que a partir del conjunto de resultados obtenidos en esta primera fase de nuestra investigación empírica se desprende, en primer lugar, que la memoria de trabajo incide en las tareas aritméticas de numeración y de cálculo y, en segundo lugar, y de forma más pormenorizada, se puede afirmar también que dos de los tres subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico y sobretodo ejecutivo central) inciden de forma estadísticamente significativa en tareas aritméticas de numeración y cálculo. Así pues, es posible iniciar una segunda fase en nuestra investigación empírica que va a consistir en diseñar y aplicar un programa de intervención con el objeto de activar estos dos subsistemas y analizar a posteriori los posibles efectos de este programa.

SEGUNDA FASE
DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

Los principales resultados obtenidos en la primera fase de nuestra investigación empírica indican que el ejecutivo central y el bucle fonológico de la memoria de trabajo son los subsistemas que inciden de una manera más significativa en la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo aritmético. A raíz de estos datos, y tal como se especifica en el objetivo 3 (ver página 181), hemos considerado oportuno llevar a cabo una segunda fase de nuestra investigación empírica que tiene por objeto aplicar durante un periodo de tiempo un programa de activación de estos dos subsistemas, para intentar mejorar la capacidad de memoria de trabajo y verificar si conseguido esto también se logra aumentar el rendimiento en tareas de numeración y cálculo de los sujetos intervenidos. Una vez finalizado el programa, se lleva a cabo una segunda fase de recogida de datos que va a permitir verificar este tercer objetivo.

Así, pues, esta segunda fase va a permitir reafirmar la incidencia de la memoria de trabajo en tareas de numeración y cálculo si conseguimos que los sujetos que han recibido la activación de la memoria de trabajo mejoren más en su ejecución matemática que un grupo control.

7. MÉTODO

7.1. SUJETOS

La muestra inicial utilizada en la segunda fase de nuestro estudio experimental está constituida por un total de 59 alumnos que han formado parte de la muestra utilizada en la primera fase experimental. De estos 59 sujetos, se descartan 9 por no reunir las condiciones exigidas para realizar el estudio (tener un C.I. inferior a centil 25 en el Test de Matrices Progresivas: Escala Especial, de Raven (1956), o bien para permitir homogeneizar al máximo los grupos control y experimental). Así, pues, los sujetos han sido asignados a los grupos experimental o control en base a sus puntuaciones en la Escala Especial del Test de Matrices Progresivas de Raven (1956), su nivel aritmético y de memoria de trabajo. El análisis de la homogeneidad de grupos lo

presentamos en el apartado de resultados de la segunda fase (ver página 287).

De los 50 sujetos que constituyen la muestra final, 25 forman parte del grupo control y 25 del grupo experimental. La media de edad del grupo control es de 7,49 años, y está formado por 15 niños y 10 niñas. Los sujetos del grupo experimental tienen una media de edad de 7,46 años, y está formado por 13 niños y 12 niñas. La diferencia de edad entre el grupo control y el experimental no es estadísticamente significativa ($P=0,569$).

7.2. MATERIAL

Para llevar a cabo el programa de activación de la memoria de trabajo se utilizan diferentes pruebas de potenciación de la memoria de trabajo, así como distintos recursos lúdicos. Al no existir programas en el mercado que contemplen específicamente la activación de la memoria de trabajo, hemos elaborado un programa específico para esta tesis. Todos los materiales contenidos en el programa han sido diseñados por el propio investigador a partir del asesoramiento de la Dra. Dolores Sáiz, directora del Laboratorio de Memoria de la Universidad Autónoma de Barcelona, aunque en algunos casos se han seleccionado y adaptado a nuestras necesidades concretas actividades destinadas a la potenciación de la memoria de diferentes instrumentos psicopedagógicos existentes en el mercado, como el "Programa de Desenvolupament Mental" creado por Ribera y Gironell (1987); el "Cuaderno para mejorar memoria y atención", de García y González (1993); o bien "Atención y Memoria. Educación Primaria. 1er ciclo", de Vallés (1994); entre otros. En su conjunto, el programa diseñado recoge los tipos de actividades siguientes:

a. Tareas de potenciación del bucle fonológico de la memoria de trabajo

a.1. Actividades de recuerdo serial de palabras, de forma directa

Hemos elaborado un cuaderno de "Memoria de Palabras" con un total de 72

actividades de recuerdo serial de palabras de forma directa, tomando como modelo el cuaderno "Memòria de Paraules" del "Programa de Desenvolupament Mental" de Ribera y Gironell (1987), que contiene 16 actividades distintas de recuerdo serial de palabras de forma directa. En la prueba mencionada, el recuerdo se ayuda mediante acrósticos, que es una mnemotecnia que consiste en una composición en que las letras iniciales de las palabras forman un vocablo (Garrido, 1996).

En las pruebas diseñadas para esta tesis la amplitud varia entre 4 y 9, y hay 12 actividades de cada amplitud, por lo que el cuaderno está formado por 72 pruebas en total. Dentro de cada amplitud se ha ido aumentando la dificultad de forma progresiva, iniciando la serie con palabras monosílabas y/o bisílabas hasta llegar a las polisílabas. En todas las series, las palabras son concretas y en algunos casos se ha procurado que constituyan un acróstico (Anexo 21).

Las pruebas se administran tanto visualmente (el sujeto lee las series escritas y a continuación debe reproducir de memoria cada serie) como auditivamente (la ayudante del experimentador dice en voz alta una serie y el sujeto la reproduce también de memoria).

a.2. Actividades de recuerdo serial de dígitos, de forma directa

Hemos elaborado el cuadernillo "Recuerdo serial de dígitos", que contiene 84 actividades de recuerdo serial de dígitos de forma directa, tomando como modelo tareas de "dígit span" como la contenida en el W.A.I.S, de Wechsler (1974) o bien la tarea de Recuerdo Serial de Dígitos incluida en la "Bateria de Tests de Memòria de Treball" de Pickering, Baqués y Gathercole (1999).

La amplitud de las actividades diseñadas oscila entre 3 y 9, y como en el caso anterior hay 12 pruebas de cada amplitud (Anexo 22).

Las pruebas se administran tanto visualmente (el sujeto contempla una a una las series escritas y a continuación debe reproducir de memoria cada serie) como auditivamente (el experimentador dice en voz alta una serie y el sujeto la reproduce también de memoria).

En esta prueba hemos introducido algunas variaciones que garanticen la manipulación, experimentación y motivación de los sujetos experimentales, puesto que de hecho se trata de la tarea que más nos interesaba potenciar:

- *Presentación visual de números grandes de colores*

En algunas ocasiones las series de números son presentadas mediante números de colores de tamaño grande, que los niños visualizan y reproducen a continuación (Anexo 23).

- *Presentación visual de regletas "Cabirol", de formato parecido a las "Cuisinier"*

Se trata de unas regletas que adquieren un valor distinto en función de su longitud y su color. El valor puede oscilar entre 1 y 10 (Anexo 24).

Una vez garantizado que los sujetos reconocen el valor que representa cada regleta, se administran series de regletas, y los niños deben escribir de memoria los números que representa la serie (Anexo 25).

- *"Máquina de añadir y quitar"*

Se trata de un recurso lúdico que se diseñó en su momento por el propio experimentador para el aprendizaje del cálculo aritmético. Consiste en una caja que tiene dos agujeros en la parte superior que sirven para añadir; otro en una cara lateral que sirve para extraer y otro en otra cara lateral que sirve para

comprobar (Anexo 26).

En este caso, lo hemos utilizado en algunas ocasiones como recurso lúdico-manipulativo para memorizar cantidades de elementos: un niño tira una cantidad y la repite en voz alta, otro tira otra cantidad y un tercer niño otra cantidad. A continuación, deben repetirse las cantidades tiradas dentro de la caja en el mismo orden en que han sido tiradas.

a.3. Actividades de asociación numérica

Hemos elaborado el cuaderno "Asociación Numérica", que contiene 60 actividades distintas de asociación en las que el sujeto debe observar en primer lugar distintos dibujos, a los que se les otorga a cada uno un número distinto. A continuación, dada una serie de estos dibujos sin un orden preestablecido, el sujeto debe asociar a cada dibujo el número que le corresponde. Para evitar que los sujetos usen estrategias como escribir primero todos los dibujos con un mismo número, cada prueba se distribuye en tres hojas de papel distintas, sin que en ningún caso hay elementos repetidos.

La amplitud varía entre 2 y 6, y también hemos creado un total de 12 pruebas de cada amplitud (Anexo 27), a partir de actividades similares a las aparecidas en el Programa "Atención y Memoria" de Vallés (1994).

b. Tipos de tareas de potenciación del ejecutivo central de la memoria de trabajo

b.1. Actividades de recuerdo serial de palabras, de forma inversa

Partimos también del cuaderno "Memòria de Paraules" del "Programa de Desenvolupament Mental" de Ribera y Gironell (1987), pero en este caso las palabras deben ser recordadas en orden inverso al que han sido

aprendidas.

Hemos diseñado un total de 72 actividades de recuerdo serial de palabras de forma inversa, cuya amplitud varía entre 3 y 8. En total hay también 12 actividades de cada amplitud.

Como en las pruebas de palabras de forma directa, en cada amplitud se aumenta progresivamente la dificultad de las palabras, desde las monosílabas hasta las polisílabas. Todas las palabras son concretas y en algunos casos se ha procurado que constituyan un acróstico (Anexo 28).

Las pruebas se administran tanto visualmente (el sujeto contempla las series de palabras escritas y a continuación debe reproducir de memoria cada serie) como auditivamente (el experimentador dice en voz alta una serie y el sujeto la reproduce también de memoria).

b.2. Actividades de recuerdo serial de dígitos, de forma inversa

Hemos diseñado el cuaderno "Memoria de Dígitos, inverso", que está formado por 84 actividades de recuerdo serial de dígitos de forma inversa, tomando como modelo tareas de "digit span" como la contenida en el W.I.S.C., de Wechsler (1974) o bien la tarea de recuerdo serial de dígitos incluida en la "Bateria de Tests de Memòria de Treball" de Pickering, Baqués y Gathercole (1999).

La amplitud de las actividades diseñadas oscila entre 2 y 8, y como en los casos anteriores hay 12 pruebas de cada amplitud (Anexo 29).

Las pruebas se administran tanto visualmente (el sujeto contempla una a una las series escritas y a continuación debe reproducir de memoria cada serie) como auditivamente (el experimentador dice en voz alta una serie y el

sujeto la reproduce también de memoria).

b.3. Actividades de amplitud de contar

Hemos elaborado el cuaderno "Amplitud de contar dibujos", tomando como modelo la tarea de amplitud de contar que aparece en la "Bateria de Tests de Memòria de Treball" de Pickering, Baqués y Gathercole (1999), entre otros. Este cuaderno contiene 50 actividades distintas con diferentes dibujos con una cantidad de elementos distinta en cada página. El número total de elementos de cada dibujo debe ser contado y también recordado, puesto que se escribe en el reverso de cada página.

La dificultad oscila entre dos dibujos diferentes por página hasta seis en las últimas sesiones, y los elementos de cada dibujo pueden variar entre dos y siete elementos aproximadamente (Anexo 30).

b.4. Actividades de recuerdo de cantidades

Hemos diseñado distintas actividades que hemos aglutinado en el cuaderno "Recuerdo de cantidades", a partir de actividades similares a las aparecidas en el Programa "Atención y Memoria" de Vallés (1994). Este cuaderno contiene 50 láminas distintas con dibujos muy discriminativos y repetidos para que sea observada durante un tiempo determinado. A continuación se le pide al sujeto que recuerde cuántos dibujos hay de cada tipo.

La dificultad de las pruebas es progresiva y varia desde 2-3 elementos en una actividad que están repetidos cada uno 2-3 veces en el dibujo hasta pruebas con 6-7 elementos que están repetidos 3-4 veces cada uno (Anexo 31).

b.5. Actividades de amplitud de lectura de palabras

Esta prueba es parecida a la de Daneman y Carpenter (1980, 1983) en su modalidad de escuchar ("listening span task"), o bien la tarea que aparece en la "Bateria de Tests de Memòria de Treball" de Pickering, Baqués y Gathercole (1999). Durante la prueba el sujeto lee unas series de frases que debe verificar si son falsas o verdaderas. Una vez presentadas las series se les pide que recuerden cuales eran las últimas palabras de las frases que se la han presentado, en el mismo orden que las ha leído. Todas las últimas palabras de cada frase son un número escrito.

Se han elaborado un total de 24 pruebas, y la amplitud varia entre 3 y 6, por lo que hay un total de 4 pruebas de cada amplitud (Anexo 32).

c. Tareas complementarias

c.1. "Memory" de cantidades

Se trata de un juego de memoria que consiste en colocar tarjetas boca abajo y encontrar pares o tríos iguales. Hemos elaborado tres "memorys" distintos:

- *Memory "frutas"*

Está formado por 30 tarjetas con dos tipos de frutas (peras o cerezas). Las tarjetas contienen distintas cantidades de la misma fruta, y los sujetos deben aparear las que tienen la misma cantidad (Anexo 33).

- *Memory "lápices y tijeras"*

Está formado también por 30 tarjetas con distintas cantidades de

lápices o tijeras, y como en el caso anterior los sujetos deben aparear las que tienen la misma cantidad (Anexo 34).

- *Memory "la granja"*

Está formado por 60 tarjetas que contienen distintos elementos relacionados con la granja, y los sujetos deben hacer pares o tríos de elementos iguales (Anexo 35).

c.2. Recuerdo de Historias

Además de las pruebas específicas anteriores, con un componente numérico implícito, para ejercitar la memoria de los sujetos intervenidos también hemos seleccionado 40 lecturas breves del libro *"Una faula per cada dia. 365 relats meravellosos"*, de Susaeta Ediciones S.A. (1991). Una vez leída la lectura, se hacen unas preguntas sobre la historia (Anexo 36).

7.3. DISEÑO

En la segunda fase de nuestra investigación hemos utilizado un diseño intergrupo aleatorio de bloques (grupo control y grupo experimental) con el que hemos querido verificar la incidencia de un programa de activación de la memoria de trabajo sobre el propio rendimiento de la memoria de trabajo y sobre tareas de numeración y cálculo. Los sujetos del grupo experimental han recibido una administración de 40 sesiones (entre los meses de Febrero a Junio de 2000) del programa de activación de memoria de trabajo que especificamos en el apartado de Material de la segunda fase (ver página 263), además de las enseñanzas escolares habituales, mientras que el grupo control simplemente ha estado sometido a las enseñanzas escolares habituales.

Con el objeto de determinar el grado de eficacia del programa de activación,

es decir, verificar por un lado si el entrenamiento en habilidades mnemónicas ha incidido favorablemente en la memoria de trabajo y, por otro lado, si dicho entrenamiento ha incidido también favorablemente en la habilidad numérica y el cálculo, al final de la administración del programa se han recogido de nuevo las medidas de memoria de trabajo y de numeración y cálculo de todos los sujetos del grupo experimental y del grupo control. Estas puntuaciones han sido restadas de las obtenidas en la primera fase, obteniendo así el nivel de incremento.

7.3.1. Criterios de asignación de grupos (experimental y control)

En primer lugar, recordamos que tal como hemos indicado en el subapartado de descripción de la muestra, todos los sujetos que constituyen la segunda fase han formado parte de la primera fase de nuestro estudio, han nacido el mismo año y tienen un cociente de inteligencia dentro de la normalidad.

Los sujetos han sido asignados al grupo experimental o al control a partir de una aleatorización con restricciones: a partir de las puntuaciones obtenidas en la Escala Especial del Test de Matrices Progresivas de Raven (1956), hemos excluido inicialmente a 7 sujetos con un centil inferior a 25, es decir, con una puntuación directa inferior a 14 según los varemos (Anexo 37). Además, también hemos excluido otros dos sujetos para acabar de homogeneizar los grupos experimental y control en 25 sujetos cada uno, cuya distribución y datos específicos pueden consultarse a continuación:

	Grupo Experimental				Grupo Control			
	Caso	Raven P.D.	Numeración más cálculo P.D.	Sexo*	Caso	Raven P.D.	Numeración más cálculo P.D.	Sexo*
Bajo	1	14	41	2	1	14	49	2
	2	15	30	2	2	19	45	2
	3	16	49	2	3	15	29	2
	4	17	45	1	4	20	57	1
	5	15	34	1	5	15	49	1
	6	18	43	1	6	15	23	1
	7	15	41	2	7	15	27	1

Medio	8	19	70	1	8	18	61	1
	9	19	67	2	9	20	68	2
	10	18	61	2	10	17	69	1
	11	17	65	1	11	15	58	2
	12	14	61	2	12	20	67	2
Alto	13	15	72	2	13	15	84	2
	14	20	108	2	14	18	79	1
	15	22	120	1	15	20	90	1
	16	19	100	2	16	19	100	1
	17	20	109	1	17	21	111	2
	18	18	100	2	18	18	74	1
	19	14	81	1	19	20	80	1
	20	25	76	1	20	22	114	1
	21	20	82	1	21	21	89	1
	22	26	84	2	22	25	61	1
	23	19	94	1	23	22	73	1
	24	17	72	1	24	21	114	2
	25	22	65	2	25	23	100	2

* 1=niño; 2=niña

Como veremos al exponer los resultados de las variables controladas en la segunda fase (ver página 286), al efectuar la distribución anterior se ha tenido muy en cuenta que los sujetos de ambos grupos (experimental y control) no difieran estadísticamente en ninguno de los parámetros considerados (cociente de inteligencia, numeración y cálculo, memoria de trabajo) antes de iniciar el programa de activación. De esta forma, si una vez administrado el programa encontramos diferencias entre ambos grupos, podremos demostrar la efectividad del programa de activación.

7.3.2. Control de variables

Con el objeto de homogeneizar al máximo los grupos experimental y control de nuestra segunda fase empírica antes de la aplicación del programa de activación de la memoria de trabajo, hemos controlado los parámetros siguientes:

a. Centro escolar

En la segunda fase, la selección de los centros escolares viene condicionada

en buena medida por el hecho que hemos considerado necesario que la aplicación del programa de activación sea llevado a cabo por una misma persona suficientemente entrenada. Además, se valora también la necesidad de que el programa se realice siempre los mismos días y en horas de mañana en los distintos centros escolares.

La imposibilidad de que una misma persona pueda desplazarse a los cinco centros de la muestra de la primera fase en breves espacios de tiempo debido a las distancias geográficas, conlleva que se excluyan los centros escolares más alejados: "La Montjoia", de Sant Bartomeu del Grau (Osona) y "Joan Maragall", de Ripoll (El Ripollès). La intervención se realiza, por lo tanto, en los centros "Mont-Rodon" y "Vedruna" de Vic y "Casals-Gracia" de Manlleu. Los centros seleccionados se encuentran ubicados todos ellos en una zona con características socio-económico-culturales muy parecidas de la comarca de Osona y con unos desplazamientos inferiores a unos 10-15 minutos aproximadamente.

b. Investigador y ayudantes del investigador

Como hemos indicado, se pretende que sea siempre la misma persona quien administre las distintas pruebas. Para ello, en la fase de aplicación del programa, el investigador contrata una persona suficientemente preparada para llevar a cabo tal tarea, que es remunerada económicamente. Para la recogida de datos posteriores que ha de servir para analizar la eficacia del programa, al igual que en la primera fase del estudio, las pruebas colectivas son administradas por las maestras de 2º de Primaria y las individuales por el propio experimentador.

c. Condiciones ambientales

Se han usado siempre los mismos espacios para los mismos alumnos, lo cual ha permitido que variables como la temperatura ambiental o bien el ruido se hayan podido mantener más o menos constantes durante el estudio.

d. Días de administración

Las pruebas del programa de activación de la memoria son administradas siempre los martes, miércoles y jueves de cada semana, puesto que en estudios preliminares hemos encontrado que son los días de mayor rendimiento de los alumnos (Alsina, 1996). Las horas de administración varían entre las 9:05 de la mañana hasta las 12:30 del mediodía.

e. Asistencia a las sesiones

Durante la aplicación del programa se ha controlado mediante tablas de observación sistemática específicas la realización de las tareas por parte de los sujetos, al considerar que la ausencia repetida podría distorsionar los resultados posteriores relativos a la eficacia del programa. En ningún caso la ausencia de los sujetos ha superado las tres sesiones experimentales, por lo que hemos desestimado su posible efecto.

7.4. PROCEDIMIENTO

En la segunda fase de nuestro estudio el procedimiento utilizado puede subdividirse en dos: a) aplicación del programa de activación de la memoria de trabajo; b) recogida de resultados para analizar la eficacia del programa.

7.4.1. Aplicación del programa de activación de la memoria de trabajo y recogida de datos

A continuación presentamos un diagrama orientativo del procedimiento general utilizado donde puede verse el orden de presentación de las diversas pruebas y que se corresponde con uno de los órdenes realizados:

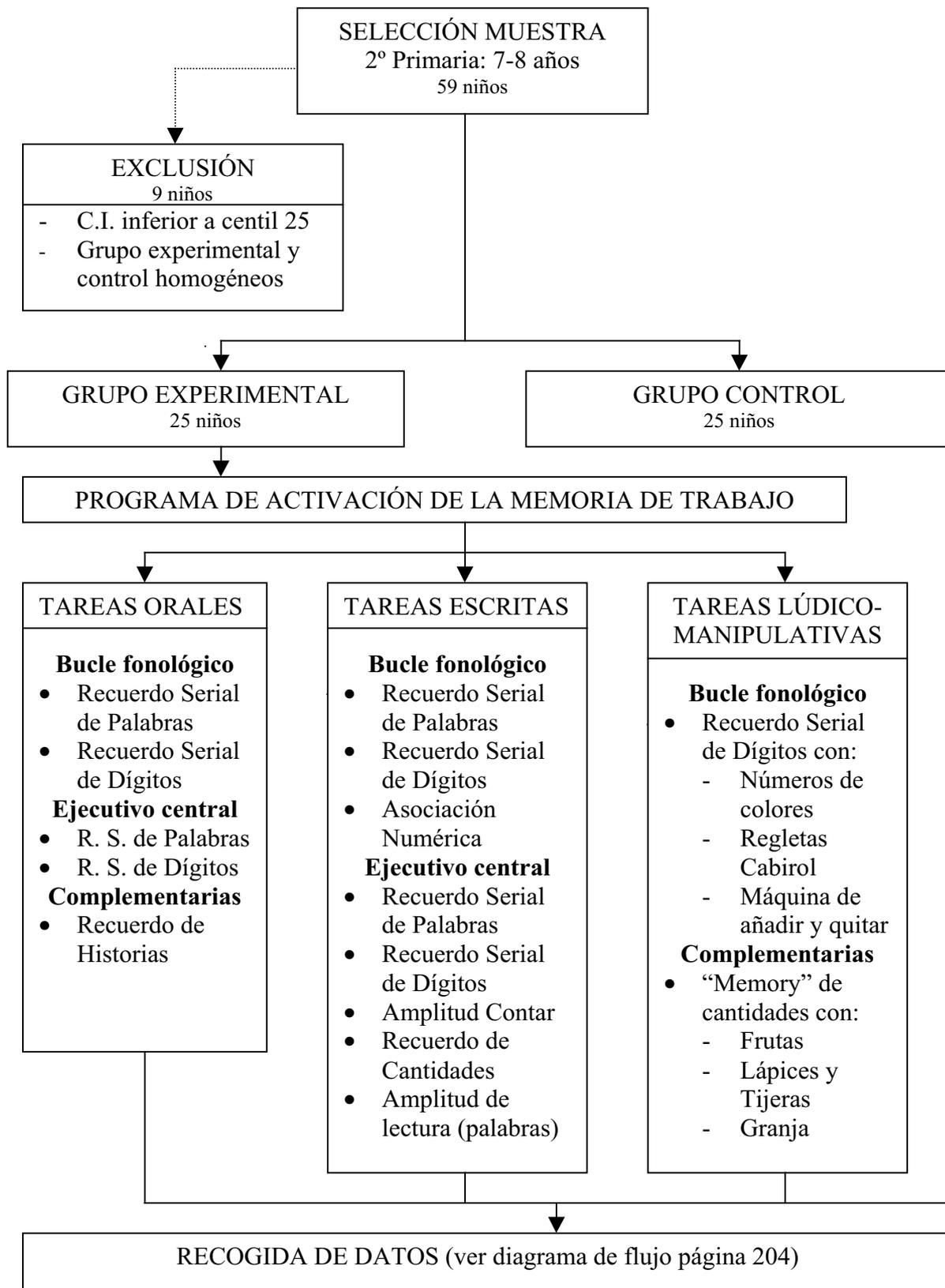


Figura 35: Diagrama de flujo relativo al procedimiento de la segunda fase

7.4.2. Selección de la temporalización de la investigación

Respecto a la aplicación del programa, que está formado por 40 sesiones de 45-50 minutos cada una, se inicia la última semana de Febrero y finaliza la segunda semana de Junio de 2000. A continuación exponemos la planificación previa al programa:

TRIMESTRE ESCOLAR	SEMANA	NÚMERO DE SESIONES
2º Trimestre	28 de Febrero-3 de Marzo	1-2-3
	6 de Marzo-10 de Marzo	4-5-6
	13 de Marzo-17 de Marzo	7-8-9
	20 de Marzo-24 de Marzo	10-11-12
	27 de Marzo-31 de Marzo	13-14-15
	3 de Abril-7 de Abril	16-17-18
	10 de Abril-14 de Abril	19-20-21
SEMANA SANTA		
3er. Trimestre	25 de Abril-28 de Abril	22-23-24
	2 de Mayo-5 de Mayo	25-26-27
	8 de Mayo-12 de Mayo	28-29-30
	15 de Mayo-19 de Mayo	31-32-33
	22 de Mayo-26 de Mayo	34-35-36
	29 de Mayo-2 de Junio	37-38-39
	6 de Junio	40

Como en la primera fase de nuestro estudio empírico, en la elección del periodo óptimo para administrar el programa de activación de la memoria de trabajo intervienen diversos factores que condicionan la planificación anterior:

- Se pretende llevar a cabo la segunda fase durante el mismo curso escolar que la primera fase, para evitar la influencia que podría ejercer un probable cambio de maestra; un ciclo educativo diferente (de inicial a medio, en la Educación Primaria); objetivos curriculares distintos; el efecto de un largo periodo vacacional; etc.
- Se considera necesario dejar un breve espacio de tiempo entre la primera fase y la segunda para poder obtener resultados de la primera fase y homogeneizar los grupos experimental y control de la segunda fase.

- Se inicia la administración el mes de Febrero de 2000 puesto que los alumnos ya están totalmente adaptados después de las vacaciones de Navidad. Además, el periodo de tiempo escolar que va de finales de Febrero a finales de Mayo - inicios de Junio suele ser el de mayor rendimiento, de acuerdo con estudios preliminares (Reinberg, 1983; Rodríguez et al., 1994; Testu, 1992; entre otros). Respecto a la recogida de datos empíricos, se realiza a mediados de Junio de 2000, una vez finalizado el programa de activación de la memoria de trabajo, que coincide con el final del ciclo inicial de Primaria (6-8 años).
- Se pretende que las sesiones del programa de activación de la memoria de trabajo se realicen los mismos días en los distintos centros escolares, lo que comporta que necesariamente se lleve a cabo en momentos de la mañana ligeramente diferentes, dado que la ayudante del investigador es siempre la misma persona.

En relación a la fase de recogida de datos, se lleva a cabo inmediatamente después de la finalización del programa: segunda y tercera semana de Junio de 2000. Como en la primera fase, las maestras administran las pruebas colectivas los mismos días y a las mismas horas, mientras que las pruebas individuales son administradas por el propio experimentador los mismos días, pero en horarios ligeramente distintos.

7.4.3. Selección de las ayudantes de la investigación

Dada la especificidad del programa de activación de la memoria de trabajo, se selecciona una ayudante que reúne los siguientes requisitos: se trata de una persona de sexo femenino, de 22 años de edad, Diplomada en Maestra de Primaria, y estudiante de la Licenciatura de Psicopedagogía con intereses específicos en el área de la memoria. No tiene vinculación laboral con ninguna empresa y, como hemos expresado anteriormente, es remunerada económicamente por su

colaboración.

La ayudante mantiene diversas reuniones previas con el investigador antes de iniciar el programa de activación de la memoria de trabajo. En estas reuniones, se concretan los siguientes aspectos: los objetivos específicos del estudio; la tarea a realizar; las condiciones de administración; el calendario de administración; etc. Se le hace entrega de un dossier con las características específicas de las distintas pruebas.

Durante la aplicación del programa, el investigador supervisa en los propios centros su desarrollo con la ayudante. Además, ambos mantienen como mínimo una reunión semanal en el que se analiza el desarrollo de la intervención, se intentan solucionar posibles problemas pasajeros, y se dan nuevas instrucciones específicas. En estas reuniones, el investigador entrega a la ayudante el material en el orden en que debe ser administrado y se corrigen las pruebas realizadas.

Para la recogida de datos posterior, el experimentador dispone de nuevo de las maestras tutoras de los tres centros donde se realiza la segunda fase.

7.4.4. Sensibilización de la muestra

De forma preliminar a la segunda fase de nuestro estudio, y como se hizo durante la primera fase, el investigador y su ayudante llevan a cabo una labor de sensibilización y motivación de la tarea a realizar, con lo que se pretende evitar la aparición de posibles distorsiones que interfieran negativamente en el desarrollo del programa.

7.4.5. Distribución de los sujetos

Como en la primera fase, la distribución de los niños y niñas del grupo experimental está sujeta a la arquitectura y disponibilidades propias de cada centro,

puesto que en esta segunda fase los sujetos del grupo experimental se desplazan de su clase, mientras que los del grupo control permanecen en sus clases. En los tres centros ha sido posible disponer de una sala con mesas distribuidas en pequeño grupo.

La recogida de datos empíricos posterior a la aplicación del programa se realiza de nuevo en las propias clases, y la distribución es la misma que en la primera fase (ver página 207).

7.4.6. Situación experimental

La administración del Programa es colectiva, y utilizamos como forma de agrupación el pequeño grupo que, de acuerdo con Ferrández et al. (1984), requiere la unión de los pupitres individuales en grupos de cuatro en cuatro, seis en seis, etc. en función de la escuela.

Hemos considerado oportuno realizar la potenciación del bucle fonológico y el ejecutivo central de la memoria de trabajo de forma colectiva a partir de las directrices de Acuña y Risiga (1997), autoras de un programa de activación cerebral y entrenamiento de la memoria para personas mayores. Su opinión al respecto es que el trabajo de grupo es más conveniente por las ventajas complementarias que aporta, entre las que destacan las 3 siguientes: a) refuerzo de los efectos del programa debido a la interacción y la participación conjunta de todos los participantes; b) apoyo afectivo; y c) socialización. Las autoras, respecto a la administración, concluyen que para un mejor seguimiento de cada uno de los participantes, los grupos deben ser pequeños, de 4 a 8 participantes.

Con el objeto tanto de economizar el tiempo como de mantener el orden necesario para analizar los progresos de cada sujeto, al inicio de la sesión se entregan a los sujetos dos sobres: en el primero están todas las pruebas ordenadas, y en el segundo van dejando las pruebas a medida que éstas van siendo realizadas.

Todas las sesiones se componen de las siguientes pruebas:

1. Memoria de palabras, de forma directa (visual y/o auditiva).
2. Recuerdo serial de dígitos de forma directa (visual, auditiva y/o lúdico-manipulativa).
3. Asociación numérica.
4. Memoria de palabras, de forma inversa (visual y/o auditiva).
5. Memoria de dígitos, de forma inversa (visual, auditiva y/o lúdico-manipulativa).
6. Recuerdo de cantidades.
7. Amplitud de contar dibujos.
8. Amplitud de lectura de palabras.
9. “Memory” de cantidades.
10. Recuerdo de historias.

Como hemos indicado, las pruebas del programa de activación de la memoria de trabajo se administran en sesiones de mañana, así como las pruebas posteriores administradas para analizar la efectividad del programa.

En todas las pruebas la lengua usada es también el catalán ya que es la lengua vehicular de aprendizaje de los tres centros escolares.

En la totalidad de pruebas colectivas escritas la secuencia de procedimientos usados se desarrolla a partir de los pasos siguientes:

- Reparto de un sobre con todas las pruebas de la sesión, dispuestas en el orden que deben ser realizadas.
- Cada alumno retira la prueba que indica la ayudante y escribe su número de identificación detrás.
- Una vez comprobado que todo los alumnos han escrito el número que les

identifica, se procede a la lectura en voz alta de las instrucciones por parte del experimentador (únicamente durante las primeras sesiones). Cuando es preciso, se realizan ejemplos concretos en la pizarra, con aclaraciones y respuesta a las dudas planteadas.

- Realización de las distintas pruebas.
- En relación a las pruebas escritas, cada vez que se cambia de prueba, el sujeto experimental guarda la actividad realizada en un sobre.
- Al final de cada sesión la ayudante recoge todos los sobres con las pruebas realizadas.

Durante la situación experimental se recogen también los datos relevantes de la administración del programa en un diario. El objetivo es recoger cualquier tipo de aspecto que pueda interferir en los resultados de una determinada prueba realizada por el alumno (ausencias, ruidos externos inesperados, interrupciones ocasionadas por la presencia esporádica de alguien en la clase experimental, etc.).

7.4.7. Recogida de datos y criterios de puntuación

Como hemos indicado, durante la realización del programa van corrigiéndose las ejecuciones de cada sujeto del grupo experimental con el propósito de respetar su progreso individual. Así, a medida que avanza el programa distintos sujetos realizan distintas tareas adecuadas a su propio nivel.

En relación a la recogida de datos empíricos posterior al programa de activación de la memoria, los criterios usados son los mismos que en la primera fase de nuestro estudio, es decir, en todas las pruebas de memoria se utilizan las normas de corrección y los baremos propuestos para cada prueba, y en las pruebas de cálculo y de numeración, como hemos indicado en el subapartado de pruebas

experimentales, se obtienen puntuaciones a partir del número de aciertos menos el número de errores.

7.4.8. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realiza de nuevo a través del paquete de software estadístico SPSS/PC versión 9.1 para Windows, aplicando en su mayoría las mismas técnicas y procedimientos que en la primera fase en función de los datos que se pretenden explotar de cada uno de los objetivos propuestos. A pesar de que iremos detallando estas técnicas y procedimientos estadísticos a medida que vayamos exponiendo los resultados, genéricamente avanzamos que se han usado sobretodo los procedimientos siguientes:

- Coeficiente de correlación lineal de Pearson, para determinar correlaciones entre variables.
- Prueba *t* de Student-Fisher, para realizar comparaciones de medias cuando la variable estaba formada por dos grupos apareados.
- Análisis de varianza (ANOVA de un factor) y pruebas de contraste (Post-Hoc) de Scheffé, para realizar comparaciones de medias cuando la variable estaba formada por más de dos grupos.
- ANOVA de un factor con covarianza (ANCOVA), para controlar el efecto de las puntuaciones de la primera fase sobre la segunda fase.

Con el listado de procedimientos estadísticos utilizado en el análisis de los datos empíricos obtenidos damos por acabado el capítulo referente a la metodología de la segunda fase de nuestro estudio y nos disponemos, a continuación, a exponer los diferentes resultados de acuerdo con los objetivos específicos que nos hemos planteado.

8. RESULTADOS

Tal como detallamos en nuestro tercer objetivo, en la segunda fase de nuestra investigación empírica vamos a analizar dos aspectos: a) en primer lugar, si la administración del programa de activación de la memoria de trabajo ha permitido mejorar la capacidad de memoria de trabajo; y b) en segundo lugar, y en el caso de haberse producido mejora del rendimiento en tareas de memoria de trabajo, determinar si incide también en el rendimiento en tareas de numeración y cálculo. Como hemos venido realizando para efectuar dichos análisis vamos a utilizar puntuaciones directas para las variables individuales y puntuaciones normalizadas para las variables compuestas, siguiendo el mismo criterio que en la fase primera. Recordamos también que hemos partido de un intervalo de confianza para la media al 95%, es decir, el nivel de significación que utilizamos para determinar que una media es estadísticamente significativa es de 0.05, al tratarse del criterio más aceptado en psicología.

Antes de exponer estos resultados reproducimos de nuevo las características esenciales del programa de activación, descritas ya de forma exhaustiva en el subapartado de Material de la segunda fase (ver página 263).

- a) Periodo de administración: Febrero 2000- Junio 2000.
- b) Número de sesiones: 40 sesiones de 45 minutos aproximadamente.
- c) Actividades: de acuerdo con los resultados de la primera fase de nuestra investigación, el programa diseñado contiene exclusivamente tareas relacionadas con el bucle fonológico y el ejecutivo central de la memoria de trabajo, que son en las que los sujetos de nuestra muestra de la primera fase plantearon diferencias estadísticamente significativas entre malos y buenos ejecutores en tareas de numeración y cálculo. En cada sesión, los sujetos del grupo experimental han realizado tareas orales: dos pruebas de bucle fonológico, dos de ejecutivo central y una complementaria (ver Anexos 21, 22, 28, 29 y 36); tareas escritas: tres actividades de bucle fonológico y cinco actividades de ejecutivo central (ver Anexos 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32); y tareas lúdico-

manipulativas: actividades alternativas de bucle fonológico y actividades complementarias (ver Anexos 23, 24-25, 26, 33, 34 y 35). El tiempo de realización de cada prueba oscila entre un minuto y cuatro minutos aproximadamente. Este planteamiento de variación de tareas, como hemos indicado anteriormente, se realiza con el objeto de trabajar cada día las diferentes actividades a la vez que se consigue mantener la atención y el interés de los sujetos durante toda la sesión.

De manera preliminar a la exposición de los resultados obtenidos, y tal como hemos procedido en la primera fase, vamos a presentar los datos relativos a las variables extrañas que controlamos ya que de este modo, al descartar el efecto de dichas variables, se puede realizar el análisis de las variables experimentales con un mayor grado de validez interna.

8.1. ANÁLISIS DE LA VALIDEZ

En la segunda fase de nuestra investigación empírica no ha sido necesario estudiar la validez externa de ninguna de las pruebas, puesto que al haber sido utilizadas en la primera fase ya se había analizado este aspecto. Así mismo, tampoco hemos repetido el estudio de algunas variables extrañas de la primera fase como el sexo o bien el periodo de nacimiento dentro del mismo año. Sin embargo, sí que ha sido conveniente controlar otras variables extrañas para poder establecer los grupos experimental y control y para realizar el análisis de las variables experimentales con un mayor grado de validez interna. A continuación presentamos los resultados correspondientes a aquellas variables que han permitido homogeneizar los grupos experimental y control, y que por lo tanto permitirán garantizar que las diferencias que observemos en los grupos son fruto de la incidencia de la variable independiente que estamos analizando en nuestro estudio.

- ***Análisis de la variable “cociente de inteligencia”***

Para determinar el cociente de inteligencia de los sujetos hemos administrado

la Escala Especial del Test de Matrices Progresivas de Raven (1956), como hemos indicado en el apartado de Método. A continuación presentamos los índices de correlación lineal de Pearson obtenidos:

Tabla 69: Índice de correlación de Pearson entre el C.I. y las tareas de numeración, cálculo y memoria de trabajo.

	numeración y cálculo	numeración	cálculo	Memoria de Trabajo
C.I.	0,67**	0,58**	0,68**	0,44**

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

A partir de los resultados obtenidos, se constata que el C.I. está relacionado con el rendimiento de las tareas cognitivas de numeración, cálculo y memoria de trabajo ya que todas las correlaciones encontradas son estadísticamente significativas al nivel 0.01 (bilateral).

Con el objeto de eliminar los efectos que esta variable podría producir en las ejecuciones de los sujetos, hemos llevado a cabo dos actuaciones: a) en primer lugar, hemos excluido a los sujetos con un centil inferior a 25 para que la muestra de la segunda fase esté constituida por sujetos de características más homogéneas y evitar, también, cualquier posible distorsión de los resultados por un cociente muy bajo; b) en segundo lugar, una vez excluidos estos sujetos, hemos repartido los sujetos en base a esta variable en los grupos experimental y control. En la Tabla 70 presentamos la comparación de medias (a partir de las puntuaciones directas) de ambos grupos para verificar si los dos grupos son homogéneos en base a este parámetro.

Tabla 70: Comparación de medias de rendimiento en C.I. de los grupos experimental y control.

Grupo Experimental		Grupo Control		Sig.
Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
18,16	3,24	18,72	2,98	0,527

En la Tabla 70 observamos que no se producen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, por lo que podemos concluir que los dos

subgrupos de la segunda fase no presentan diferencias estadísticamente significativas en su C.I. antes de iniciar el programa de activación de la memoria de trabajo.

- ***Análisis de la variable “rendimiento en tareas de numeración, cálculo y memoria de trabajo”***

En segundo lugar, hemos querido controlar también que antes de iniciar el programa de activación las medias de tareas de numeración, cálculo y memoria de trabajo entre ambos grupos no difieran estadísticamente. De esta forma, como hemos indicado anteriormente, si una vez aplicado el programa obtenemos diferencias de rendimiento estadísticamente significativas entre los grupos experimental y control en las distintas tareas mencionadas, podremos adjudicar la causa de dichas diferencias al efecto del programa.

En la Tabla 71 presentamos los resultados relativos a la comparación de medias en tareas matemáticas de ambos grupos. Los datos relativos a la variable compuesta “numeración más cálculo” corresponden a puntuaciones normalizadas, mientras que los datos referentes a las variables individuales “numeración” y “cálculo” corresponden a puntuaciones directas:

Tabla 71: Comparación de medias de rendimiento en numeración y cálculo de los grupos experimental y control.

	Grupo Experimental		Grupo Control		Sig.
	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
Numeración más cálculo	0,58	1,51	0,6	1,46	0,969
Numeración	40,28	13,74	41,8	14,09	0,701
Cálculo	30,52	12,75	29,04	14,89	0,707

En relación a las tareas aritméticas de numeración y cálculo, observamos a partir de los resultados de la Tabla 71 que al iniciar la segunda fase no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimental y control.

Respecto al rendimiento en tareas de memoria de trabajo, presentamos la comparación de medias a partir de puntuaciones normalizadas en la Tabla 72:

Tabla 72: Comparación de medias de rendimiento en memoria de trabajo de los grupos experimental y control.

Grupo Experimental		Grupo Control		Sig.
Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
0,44	1,16	0,63	1,39	0,594

A partir de los datos estadísticos de la Tabla 72 podemos apreciar que al iniciar la segunda fase las puntuaciones globales en memoria de trabajo de los grupos experimental y control tampoco difieren estadísticamente.

Finalmente, para verificar la homogenización de las características de los sujetos del grupo experimental y los del grupo control de la segunda fase, en un análisis más minucioso hemos comprobado también que los sujetos de ambos grupos tengan puntuaciones en todas las pruebas administradas en la primera fase que no difieran estadísticamente. En la Tabla 73 presentamos los resultados obtenidos:

Tabla 73: Comparación de medias en las pruebas de memoria de trabajo.

Bucle fonológico					
	Grupo Experimental		Grupo Control		Sig.
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	
Recuerdo Serial de Dígitos directo (aciertos)	12,92	2,43	14,2	3,65	0,151
Recuerdo Serial de Dígitos directo (amplitud)	4,6	0,71	4,96	0,79	0,096
Recuerdo Serial de Palabras (aciertos)	6,24	1,85	6,72	2,19	0,407
Recuerdo Serial de Palabras (amplitud)	3,88	0,73	4,04	0,68	0,424
Test de Repetición de Pseudopalabras	22,2	7,14	20,68	8,04	0,483
Agenda viso-espacial					
Test de Matrices	10,48	2,02	9,68	2,64	0,235
Memoria Visual Figurativa	8,92	3,21	9,08	1,78	0,828

Test Katakana de Búsqueda Visual	8,84	4,32	9,72	4,3	0,474
Pruebas visuales					
Test MY	26,72	7,31	26,76	6,15	0,983
Test de Copia y Repr. de una Figura Compleja	25,66	4,44	25,32	3,36	0,762
Ejecutivo central					
Recuerdo Serial de Dígitos inverso (aciertos)	6,32	1,91	6,88	1,83	0,295
Recuerdo Serial de Dígitos inverso (amplitud)	2,88	0,83	2,92	0,7	0,855
Amplitud de Escuchar (aciertos)	6,4	5,02	6,6	5,54	0,894
Amplitud de Escuchar (amplitud)	2,48	0,59	2,6	0,65	0,495
Amplitud de Contar (aciertos)	7,56	2,2	7,72	2,41	0,807
Amplitud de Contar (amplitud)	3,28	0,79	3,48	0,87	0,4

En la Tabla 73 podemos comprobar que al comparar las medias de los sujetos de los grupos experimental y control en cada una de las tareas de memoria de trabajo administradas en la primera fase, no se producen diferencias estadísticamente significativas en ningún caso, lo cual pone de relieve que ambos grupos son homogéneos respecto al nivel de rendimiento en dichas tareas antes de iniciar la segunda fase propiamente dicha. Una vez verificado que ambos grupos no difieren en los parámetros analizados y que, por tanto, partimos de grupos homogéneos, pasaremos a analizar si el programa de activación de la memoria de trabajo que hemos administrado ha incidido en el rendimiento de los tres subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central) de los sujetos del grupo experimental respecto al control.

8.2. RESULTADOS DE LA INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE ACTIVACIÓN DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN EL RENDIMIENTO DE LA MEMORIA DE TRABAJO

- a. Para analizar la posible influencia del programa de activación hemos administrado nuevamente a los sujetos de la segunda fase de nuestro estudio empírico (N=50) las mismas tareas que en la primera fase, y hemos procedido a comparar las medias de las diferencias de puntuación en cada prueba entre los

dos grupos de la segunda fase: experimental (N=25) y control (N=25). El análisis de estos resultados se ha realizado a tres niveles:

- a) un análisis cuantitativo global en el que comparamos el incremento de puntuación entre el grupo experimental y el grupo control en cada una de las pruebas de memoria de trabajo administradas en la segunda fase respecto a la primera mediante la prueba ANCOVA (Anova de un factor con covariante) de SPSS, puesto que de acuerdo con Bisquerra (1989), el análisis de la covarianza tiene una aplicación paradigmática al diseño “antes y después” cuando se sospecha que el pretest (primera fase) puede tener una influencia en el posttest (segunda fase) .
- b) un análisis cuantitativo más específico, en el que estudiamos si la incidencia del programa es la misma en todos los sujetos del grupo experimental en función de su nivel inicial, mediante la prueba ANOVA de un factor de SPSS, puesto que el análisis anterior nos permite ya determinar tanto el peso específico de la primera fase como el hecho de pertenecer al grupo experimental o al control.
- c) un análisis cualitativo en el que estudiamos el comportamiento individual de cada sujeto, y que permite establecer el número de sujetos de cada grupo (experimental y control) que bajan, mantienen igual o suben sus puntuaciones en la segunda fase respecto de la primera.

A continuación exponemos los resultados de cada uno de los subsistemas de la memoria de trabajo, a pesar de que como hemos indicado el programa contenía únicamente tareas del bucle fonológico y el ejecutivo central.

8.2.1. Bucle fonológico

Para verificar si el programa de activación mejora el rendimiento del bucle fonológico, hemos vuelto a administrar las tres pruebas siguientes: Recuerdo Serial

de Dígitos, Recuerdo Serial de Palabras y Test de Repetición de Pseudopalabras, en su forma directa. En primer lugar, vamos a exponer los resultados relativos a la comparación del incremento de puntuaciones directas entre el grupo experimental y el grupo control en cada una de las pruebas de bucle fonológico administradas:

Tabla 74: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: bucle fonológico.

	Grupo Experimental		Grupo Control		ANCOVA
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	
Recuerdo Serial de Dígitos (directo): aciertos	3,64	1,66	-0,16	2,13	F(1,47)=133,09 M.C.E=2,427 P<0,001
Recuerdo Serial de Dígitos (directo): amplitud	1,32	0,69	0,16	0,47	F(1,47)=12,541 M.C.E=0,284 P<0,001
Recuerdo de Palabras (directo): aciertos	3,2	2,19	0,12	0,93	F(1,47)=97,173 M.C.E=2,581 P<0,001
Recuerdo de Palabras (directo): amplitud	0,64	0,7	0,08	0,57	F(1,47)=5,137 M.C.E=0,308 P<0,001
Test de Repetición de Pseudopalabras	3	6,03	2,08	7,8	F(1,47)=62,93 M.C.E=5,652 P=0,002

En la Figura 36 se aprecian gráficamente los resultados obtenidos:

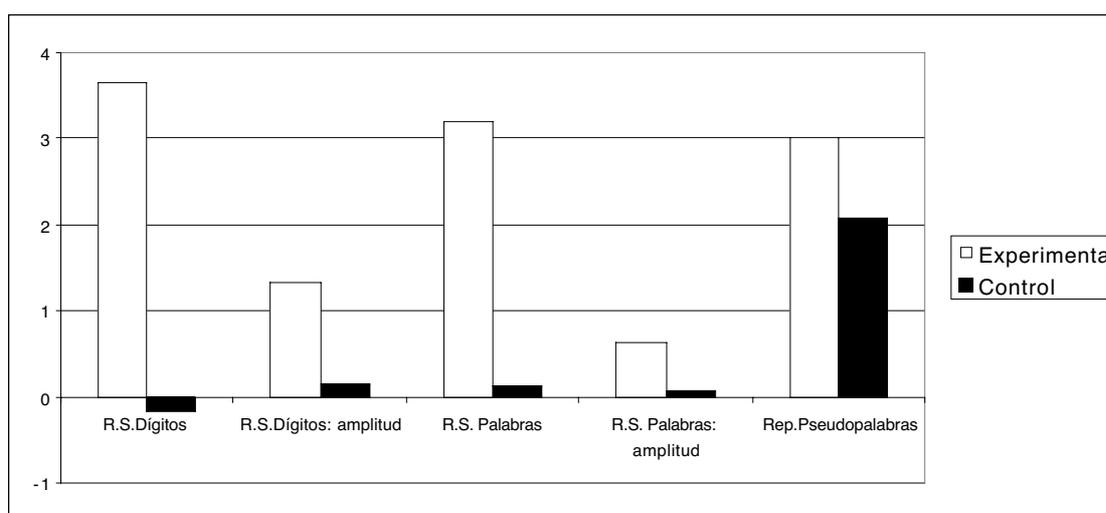


Figura 36: Incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: bucle fonológico

En la Tabla 74 y en el correspondiente gráfico de la Figura 36 podemos apreciar dos aspectos importantes: a) tanto los sujetos del grupo experimental como los del grupo control incrementan sus puntuaciones en las tareas de bucle fonológico en la segunda fase de forma generalizada, excepto en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo), donde los sujetos del grupo control tienen una media negativa en relación al número de aciertos. Estos incrementos eran esperables dado que están en una fase de aprendizaje, aunque podrían haber sido muy bajos o incluso inexistentes, dado que sólo han pasado 6 meses entre ambas mediciones; b) a pesar de que antes de iniciar el programa de intervención los dos grupos (experimental y control) tenían puntuaciones homogéneas y no estadísticamente significativas, en la recogida de datos de la segunda fase los sujetos del grupo experimental tienden a mejorar mucho más su rendimiento en las pruebas administradas, hecho que queda corroborado al obtener diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control en todas las pruebas. Este resultado ha quedado corroborado, como hemos indicado, usando el procedimiento Anova con covariante (ANCOVA). Mediante este procedimiento podemos determinar si los resultados de la segunda fase dan lugar a diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, una vez se ha tenido en cuenta la contribución de las puntuaciones de la primera fase.

En segundo lugar, una vez determinada la incidencia global del Programa en el rendimiento del bucle fonológico de los sujetos del grupo experimental, efectuamos un análisis más preciso en el que estudiamos si el programa tiene diferente incidencia o efectividad en función del nivel de rendimiento inicial en tareas de bucle fonológico, es decir, queremos saber si todos suben por igual o bien se producen diferencias entre los de nivel inicial bajo, medio o alto. Para realizar este análisis, partimos de la clasificación de los sujetos del grupo experimental en tres grupos en base a su nivel inicial de rendimiento en tareas de bucle fonológico, distribución que puede consultarse en la siguiente Tabla 39 del apartado de resultados de la primera fase (ver página 240). A partir de esta categorización, hemos comparado las medias de los incrementos de puntuaciones directas de los sujetos del grupo experimental, cuyos resultados pueden consultarse en la Tabla 75:

Tabla 75: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas de bucle fonológico.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Recuerdo Serial de Dígitos (directo): aciertos	6	0	3,63	1,41	3,14	1,56	0,018	bajo>alto
Recuerdo Serial de Dígitos (directo): amplitud	2,33	0,58	1,13	0,64	1,21	0,58	0,017	bajo> medio, alto
Recuerdo Serial de Palabras (directo): aciertos	4,67	1,53	2,5	1,6	3,29	2,52	0,353	N.S.
Recuerdo Serial de Palabras (directo): amplitud	0,67	1,16	0,37	0,52	0,79	0,7	0,43	N.S.
Test de Repetición de Pseudo-Palabras	13	4,36	5,25	5,75	-0,43	2,74	>0,001	bajo> medio> alto

En la Tabla 75 destacan distintos aspectos diferenciados en relación al comportamiento de los sujetos del grupo experimental en base a su nivel inicial de rendimiento en tareas de bucle fonológico: a) en primer lugar, se produce una relación inversamente proporcional entre el nivel de rendimiento del bucle fonológico en la primera fase y el incremento de puntuación en las distintas pruebas de este subsistema administradas en la segunda fase, es decir, los sujetos que más incrementan su puntuación son aquellos que tenían de antemano un nivel inicial de bucle inferior. Este aspecto se podría interpretar a partir del hecho que los de nivel inicial alto en realidad ya tenían un buen nivel antes de someterse al programa de activación y, por lo tanto les cuesta más aumentar; sin embargo, los sujetos de nivel inicial bajo sí que realmente disponían de un margen de aumento considerable, por lo que el programa ha causado su efecto; b) en segundo lugar, observamos que se

producen diferencias estadísticamente significativas en todas las tareas administradas excepto en la prueba de Recuerdo Serial de Palabras.

Respecto al grupo control, hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 76: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas de bucle fonológico: grupo control.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Recuerdo Serial de Dígitos (directo): aciertos	0,17	1,72	0,8	0,84	-0,64	2,53	0,41	N.S.
Recuerdo Serial de Dígitos (directo): amplitud	0,17	0,75	0,2	0,45	0,14	0,36	0,975	N.S.
Recuerdo Serial de Palabras (directo): aciertos	0,17	0,41	0	0	0,14	1,23	0,952	N.S.
Recuerdo Serial de Palabras (directo): amplitud	-0,33	0,82	-0,2	0,45	0,07	0,47	0,317	N.S.
Test de Repetición de Pseudo-Palabras	11,17	5,64	7,4	7,02	-3,71	2,37	>0,001	bajo, medio>alto

En la Tabla 76 observamos los siguientes aspectos: en primer lugar, los incrementos de puntuación son inferiores que en el grupo experimental en todos los niveles (bajo, medio y bajo); b) no hay diferencias significativas entre los grupos excepto en el Test de Repetición de Pseudopalabras.

En tercer lugar, para confirmar de forma más contundente la tendencia observada a partir del análisis cuantitativo efectuado, a continuación llevamos a cabo un análisis cualitativo en el que estudiamos el comportamiento individual de

cada sujeto. Este análisis, pues, se basa en observar si cada sujeto del grupo experimental y del control incrementa o no su puntuación en la segunda fase en las distintas pruebas de bucle fonológico. En la Tabla 77 presentamos dicho análisis, en la que se puede consultar el número de sujetos que incrementan, mantienen igual o bien bajan sus puntuaciones en cada prueba de la segunda fase respecto a la primera fase.

Tabla 77: Frecuencias de sujetos según el incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: bucle fonológico.

	Bajan		Igual		Suben	
	Experi Mental	Control	Experi Mental	Control	Experi mental	Control
Recuerdo serial de dígitos (directo): aciertos	0	7	1	5	24	13
Recuerdo serial de dígitos (directo): amplitud	0	2	2	18	23	5
Recuerdo serial de palabras (directo): aciertos	1	4	1	17	23	4
Recuerdo serial de palabras (directo): amplitud	1	2	11	20	13	3
Test de Repetición de Pseudopalabras	5	11	5	4	15	10

A partir del análisis de la Tabla 77 podemos resaltar distintos aspectos: a) en primer lugar, observamos un comportamiento distinto evidente entre los sujetos del grupo experimental y control en todas las pruebas, en el sentido que la mayor parte de sujetos sometidos al programa suben o mantienen la puntuación obtenida en la primera fase, mientras que en los sujetos del grupo control los sujetos que aumentan son menos, y se mantienen igual o bajan en mayor cantidad; b) en segundo lugar, el comportamiento observado dejaría claro que el programa ha incidido satisfactoriamente a nivel de bucle fonológico.

De modo general, pues, a partir de los resultados tanto cuantitativos como cualitativos obtenidos, podemos concluir que el programa administrado incrementa el nivel inicial de rendimiento de tareas de bucle fonológico, tanto en lo que se refiere al incremento del grupo como de cada uno de los sujetos independientemente.

Una vez obtenidos los resultados relativos al bucle fonológico, a continuación vamos a exponer los datos referentes a las pruebas visuales:

8.2.2. Agenda viso-espacial

Recordamos que nuestro programa de activación no ha incluido tareas específicas de este subsistema, pero nos ha parecido interesante verificar si su efecto se generalizaba a pesar de la no activación directa. Por ello, para estudiar el posible efecto del programa en el rendimiento de la agenda viso-espacial, hemos administrado de nuevo las pruebas siguientes: Test de Matrices, Test de Memoria Visual Figurativa y Test Katakana de Búsqueda Visual. Además, como hemos venido realizando en la primera fase, hemos administrado también las siguientes pruebas visuales: Test de Memoria MY (Yuste, 1985) y Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja (Rey, 1959).

En primer lugar, siguiendo el mismo proceso que con el bucle fonológico, vamos a exponer los resultados referentes a la comparación de los incrementos entre el grupo experimental y el grupo control en cada una de las pruebas de la agenda viso-espacial administradas.

Tabla 78: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: agenda viso-espacial.

	Experimental		Control		ANCOVA
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	
Test de Matrices	1,4	1,96	1	1,96	F(1,47)=10,549 M.C.E=1,412 P=0,009
Test de Memoria Visual Figurativa	1,2	2,04	0,8	1,15	F(1,47)=1,143 M.C.E=0,252 P=0,039
Test Katakana de Búsqueda Visual	3,64	2,25	2,44	2,78	F(1,47)=8,178 M.C.E=2,892 P=0,099

A partir de los resultados de la Tabla 78, observamos que los resultados de la segunda fase entre el grupo experimental y el control difieren de forma estadísticamente significativa (excepto en el Test Katakana), todo y dejando de lado la contribución de los resultados de la primera fase. En la Figura 37 pueden apreciarse gráficamente los resultados anteriores:

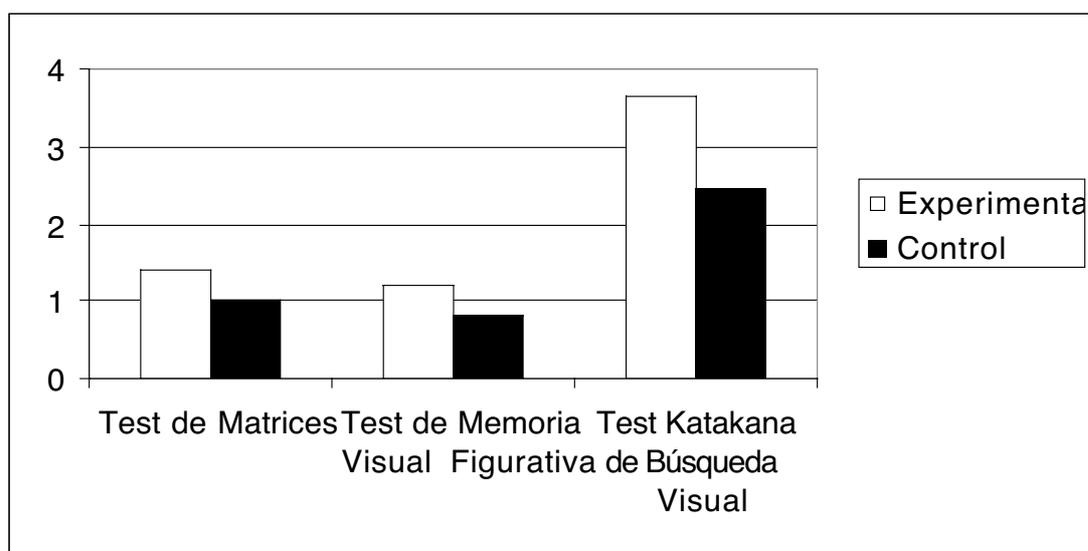


Figura 37: Incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: agenda visoespacial

Respecto al resto de pruebas visuales administradas, los resultados que hemos obtenido son los siguientes:

Tabla 79: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: pruebas visuales.

	Experimental		Control		ANCOVA
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	
Test de Memoria MY	4,72	4,68	3,56	4,38	F _(1,47) =16,214 M.C.E=8,008 P=0,161
Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja	0,74	2,88	0,38	1,39	F _(1,47) =3,514 M.C.E=1,205 P=0,094

En la Tabla 79 apreciamos que tanto el grupo control y el experimental aumentan de nuevo las puntuaciones en relación a la primera fase, pero a diferencia de las tareas del bucle fonológico y de la agenda viso-espacial, no se producen diferencias estadísticamente significativas en la diferencia de incremento de ninguna de las pruebas, a pesar de que el grupo experimental presenta en todos los casos incrementos ligeramente superiores, como puede observarse en el gráfico de la Figura 38:

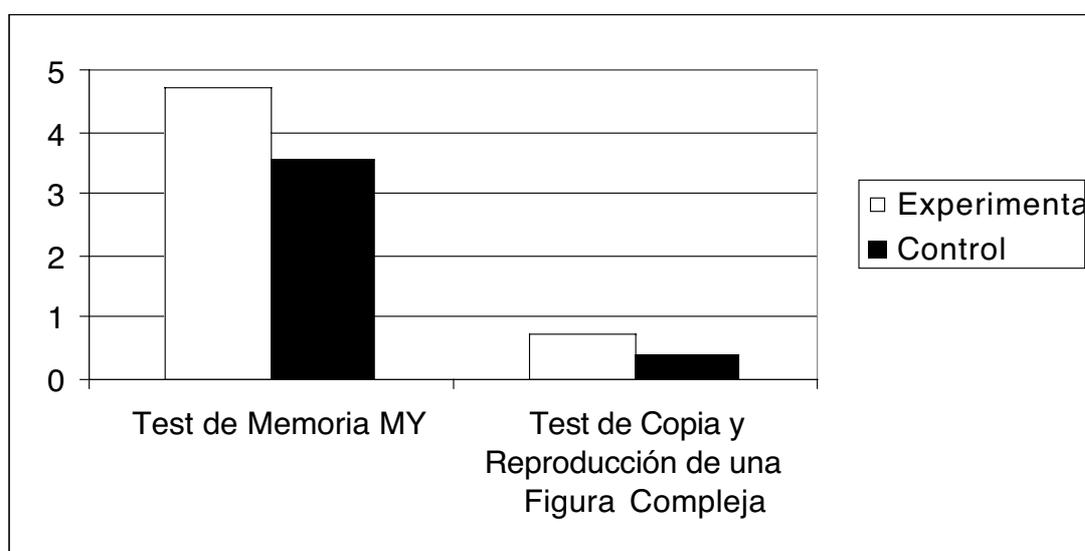


Figura 38: Incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: pruebas visuales.

En segundo lugar, procedemos a analizar las diferencias entre los sujetos del grupo experimental en base a su nivel inicial de rendimiento en tareas de agenda viso-espacial, cuya distribución puede consultarse en la Tabla 41 (ver página 240).

A partir de la categorización obtenida, hemos comparado las medias relativas al incremento de puntuación en todas las tareas de la agenda viso-espacial entre los tres subgrupos establecidos. En la Tabla 80 de la página siguiente apreciamos que, en relación al grupo experimental, de nuevo la tendencia consiste en que a medida que aumenta el nivel global de agenda viso-espacial tiende a disminuir el incremento de puntuación en la segunda fase (excepto en el Test de Matrices). Sin embargo,

salvo en el caso del Test de Memoria Visual Figurativa, no se producen diferencias estadísticamente significativas entre las tres categorías establecidas.

Tabla 80: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas de la agenda viso-espacial: grupo experimental.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Test de Matrices	1,43	2,07	0,71	2,29	1,82	1,72	0,526	N.S.
Test de Memoria Visual Figurativa	2,57	2,76	1,43	2,15	0,18	0,4	0,043	bajo>alto
Test Katakana de Búsqueda Visual	4,71	3,15	3,71	1,98	2,9	1,58	0,261	N.S.

Los incrementos de puntuación en el grupo control pueden consultarse en la Tabla 81:

Tabla 81: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas de la agenda viso-espacial: grupo control

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Test de Matrices	1,75	1,83	1,62	2,13	-0,22	1,39	0,57	N.S.
Test de Memoria Visual Figurativa	1	1,07	1	1,6	0,44	0,73	0,533	N.S.
Test Katakana de Búsqueda Visual	4,12	3,04	3	1,69	0,44	2,24	0,13	bajo>alto

En la Tabla 81 observamos que, respecto al grupo control, se repite el comportamiento típico en nuestro análisis: a medida que aumenta el nivel de rendimiento inicial de agenda viso-espacial tiende a disminuir el incremento de

puntuación en la segunda fase, aunque únicamente se producen diferencias estadísticamente significativas en el Test Katakana de Búsqueda Visual. Nos parece especialmente destacable el hecho de que, al no haber sido pruebas específicamente entrenadas mediante el programa de activación, los incrementos de puntuación entre el grupo experimental y el grupo control son más similares, aunque como podemos observar favorables al grupo experimental. En el resto de pruebas visuales hemos obtenido los siguientes resultados para el grupo experimental:

Tabla 82: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas visuales: grupo experimental.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Test de Memoria MY	8,12	6,01	5,33	1,21	1,9	2,88	0,009	bajo>alto
Test de Copia y Repr. de una Figura Compleja	2,94	4,17	-0,25	0,61	-0,32	1,35	0,025	bajo>alto

Apreciamos que, en ambas pruebas, se producen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de nivel inicial bajo y alto en el sentido que los sujetos de nivel inferior son los que más aumentan sus puntuaciones en la segunda fase. En la Tabla 83 figuran los datos relativos al grupo control:

Tabla 83: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas visuales: grupo control.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Test de Memoria MY	7,57	4,79	2,5	2,61	1	4,05	0,007	bajo> medio,alto
Test de Copia y Repr. de una Figura Compleja	0,86	0,8	0,38	1,72	-0,17	1,13	0,432	N.S.

En el grupo control únicamente se producen diferencias significativas en el Test de Memoria MY, en el mismo sentido que en el grupo experimental, aunque los incrementos de puntuación son ligeramente inferiores.

Como hemos efectuado con las pruebas del bucle fonológico, a continuación realizamos un análisis cualitativo para determinar, como hemos indicado, si cada sujeto del grupo experimental y del control incrementa o no su puntuación en la segunda fase en las distintas pruebas visuales.

Tabla 84: Frecuencias de sujetos según el incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: agenda viso-espacial.

	Bajan		Igual		Suben	
	Experi mental	Control	Experi mental	Control	Experi mental	Control
Test de Matrices	5	6	3	4	17	15
Test de Memoria Visual Figurativa	0	0	13	14	12	11
Test Katakana de Búsqueda Visual	0	4	1	2	24	19

En la Tabla 84 apreciamos que no se observan diferencias tan destacables entre el comportamiento de los sujetos de los grupos experimental y control en las pruebas de la agenda viso-espacial cuando las comparamos con las observadas en las pruebas del bucle fonológico, lo cual es totalmente lógico porque este subsistema no ha sido entrenado específicamente, pero observamos que la mejora de otros componentes ha tenido ligeros efectos sobre él . En relación al resto de pruebas visuales, los efectos del programa, como puede apreciarse en la Tabla 85, no han sido evidentes, puesto que ambos grupos tienen un rendimiento muy similar, incluso ligeramente a favor del grupo control:

Tabla 85: Frecuencias de sujetos según el incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: pruebas visuales.

	Bajan		Igual		Suben	
	Experi mental	Control	Experi mental	Control	Experi mental	Control
Test de Memoria MY	2	2	2	0	21	23
Test de Copia y Repr.de una Figura Compleja	11	6	0	3	14	16

Respecto a las tareas del ejecutivo central, hemos obtenido los siguientes resultados:

8.2.3. Ejecutivo central

En este caso, para analizar si el programa de activación mejora el rendimiento del bucle fonológico, hemos administrado de nuevo las pruebas siguientes: Recuerdo Serial de Dígitos inverso, Amplitud de Escuchar y Amplitud de Contar.

En primer lugar presentamos, como es habitual, los datos relativos a la comparación de los incrementos de puntuaciones directas entre el grupo experimental y el grupo control en cada una de las pruebas del ejecutivo central:

Tabla 86: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: ejecutivo central.

	Experimental		Control		ANCOVA
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	
Recuerdo Serial de Dígitos (inverso): aciertos	3,92	1,44	-0,72	2,17	F _(1,47) =234,168 M.C.E=2,685 P<0,001
Recuerdo Serial de Dígitos (inverso): amplitud	1,24	0,78	0,36	0,49	F _(1,47) =9,139 M.C.E=0,202 P<0,001
Amplitud de Escuchar: aciertos	2,28	1,86	0,76	1,85	F _(1,47) =22,453 M.C.E=1,224 P<0,001
Amplitud de Escuchar: amplitud	0,68	0,47	0,2	0,57	F _(1,47) =1,923 M.C.E=0,191 P=0,003
Amplitud de Contar: aciertos	2,64	1,07	0,72	0,89	F _(1,47) =44,004 M.C.E=0,611 P<0,001
Amplitud de Contar: amplitud	1	0,64	0,24	0,6	F _(1,47) =5,439 M.C.E=0,234 P<0,001

A continuación presentamos gráficamente los resultados anteriores con el objeto de facilitar la comprensión al lector:

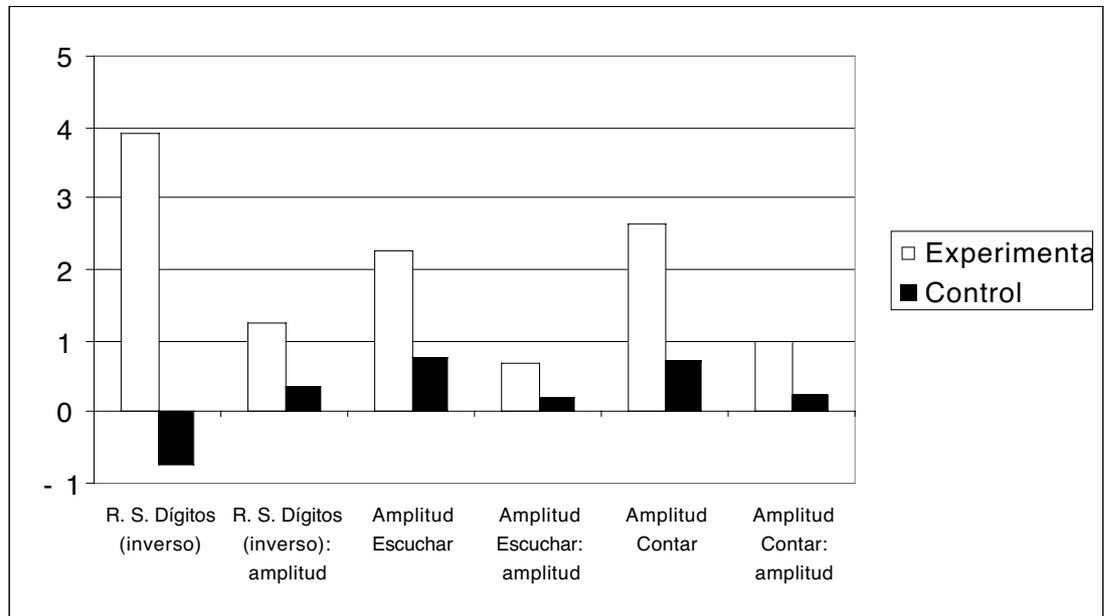


Figura 39: Incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: ejecutivo central.

Los resultados precedentes indican que en la segunda fase de nuestra investigación empírica se produce una mejora de las puntuaciones obtenidas en las tareas de ejecutivo central de la memoria de trabajo. Podemos destacar dos aspectos diferenciados: a) la mejora es de todos los sujetos, es decir, tanto los componentes del grupo experimental como los del grupo control tienden a mejorar sus puntuaciones (excepto en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos inverso, en la que los sujetos del grupo control obtienen peor puntuación media en la segunda fase que en la primera puesto que el resultado es negativo); b) los sujetos del grupo experimental obtienen incrementos superiores estadísticamente significativos en todas las pruebas de ejecutivo central.

Seguidamente procedemos a analizar las diferencias entre los sujetos del grupo experimental en base a su nivel de rendimiento inicial en tareas de ejecutivo central. La distribución estadística puede consultarse en la Tabla 43 de los resultados relativos a la primera fase (ver página 241).

A partir de la categorización de los sujetos según su nivel de rendimiento inicial en tareas de ejecutivo central, vamos a exponer la comparación de medias entre los tres grupos:

Tabla 87: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas de ejecutivo central: grupo experimental.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Recuerdo Serial de Dígitos (inverso): aciertos	5,4	1,14	3,8	1,31	3,3	1,25	0,02	bajo>alto
Recuerdo Serial de Dígitos (inverso): aciertos	2	0,71	1,2	0,79	0,9	0,57	0,027	bajo>alto
Amplitud de Escuchar: aciertos	3,2	1,64	3	1,05	1,1	2,08	0,027	bajo>alto
Amplitud de Escuchar: amplitud	0,8	0,45	0,7	0,48	0,6	0,52	0,751	N.S.
Amplitud de Contar: aciertos	3,6	0,55	2,7	0,95	2,1	1,1	0,03	bajo>alto
Amplitud de Escuchar: amplitud	1,6	0,89	1,1	0,32	0,6	0,52	0,009	bajo>alto

Los datos de la Tabla 87 revelan que, en todas las pruebas administradas, los sujetos de menor nivel inicial de ejecutivo central son los que más incrementan su puntuación en la segunda fase. En todos los casos las diferencias son estadísticamente significativas, excepto en la amplitud de la prueba de Amplitud de Escuchar en el que a pesar de reproducirse la misma tendencia, ésta no es confirmada por diferencias significativas.

El análisis del grupo control ha proporcionado los siguientes resultados:

Tabla 88: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de rendimiento en tareas de ejecutivo central: grupo control.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Recuerdo Serial de Dígitos (inverso): aciertos	-1,33	2,07	-0,88	2,15	-0,2	2,35	0,595	N.S.
Recuerdo Serial de Dígitos (inverso): aciertos	0,33	0,52	0,33	0,5	0,4	0,52	0,95	N.S.
Amplitud de Escuchar: aciertos	2,16	1,17	1,11	1,45	-0,4	1,9	0,014	bajo>alto
Amplitud de Escuchar: amplitud	0,33	0,52	0,56	0,53	-0,2	0,42	0,008	medio>alto
Amplitud de Contar: aciertos	0,83	0,75	1	0,87	0,4	0,97	0,334	N.S.
Amplitud de Escuchar: amplitud	0,33	0,51	0,44	0,53	0	0,67	0,253	N.S.

En la Tabla 88 se aprecia que el comportamiento del grupo control en tareas del ejecutivo central es muy similar al comportamiento de este mismo grupo en tareas del bucle fonológico. Así, por un lado se observa que los incrementos del grupo control son inferiores en todas las pruebas, en relación al grupo experimental. Por otro lado, no está claro que el grupo de menor nivel inicial de ejecutivo sea el que aumente más sus puntuaciones, y no se obtienen diferencias estadísticamente significativas en prácticamente ninguna de las pruebas, a diferencia de lo que ocurría con el grupo experimental. Únicamente se obtienen dichas diferencias entre los distintos grupos en la prueba de Amplitud de Escuchar (entre el bajo y el alto, o bien entre el medio y el alto).

Finalmente, como hemos venido realizando en la primera fase, presentamos un análisis cualitativo con el objeto de analizar si cada sujeto del grupo experimental y del control incrementa o no su puntuación en la segunda fase en las distintas pruebas del ejecutivo central.

Tabla 89: Frecuencias de sujetos según el incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: ejecutivo central.

	Bajan		Igual		Suben	
	Experi mental	Control	Experi mental	Control	Experi mental	Control
Recuerdo serial de dígitos (inverso): aciertos	0	13	0	1	25	11
Recuerdo serial de dígitos (inverso): aciertos	0	0	4	16	21	9
Amplitud de escuchar: aciertos	2	6	0	4	23	15
Amplitud de escuchar: amplitud	0	2	8	16	17	7
Amplitud de contar: aciertos	0	2	1	8	24	15
Amplitud de escuchar: amplitud	0	2	4	15	21	8

Desde un punto de vista cualitativo, en la Tabla 89 observamos que prácticamente todos los sujetos del grupo experimental incrementan su puntuación en las pruebas de ejecutivo central en la segunda fase respecto a la primera fase. Respecto al grupo control, aunque el comportamiento es menos claro, podemos observar como hay un menor número de sujetos que incrementan sus puntuaciones, manteniéndose igual o disminuyendo en mayor medida que en el grupo experimental.

De modo general, pues, queremos destacar cuatro aspectos a partir de los resultados obtenidos:

- a. Los sujetos de 7-8 años de nuestra muestra tienden a mejorar sus puntuaciones en tareas de memoria de trabajo después de un periodo de tiempo aproximado de seis meses, que es el tiempo que transcurre entre la primera fase y la recogida de datos de la segunda fase.

- b. El programa de activación de la memoria de trabajo parece haber producido un efecto en el rendimiento del bucle fonológico y sobretodo del ejecutivo central, puesto que todos los sujetos del grupo experimental sometidos a este programa han obtenido puntuaciones superiores estadísticamente significativas respecto al grupo control en las pruebas administradas.
- c. El programa ha conseguido aumentar las puntuaciones de todos los subsistemas de la memoria de trabajo, aunque los incrementos son superiores en tareas de bucle fonológico y ejecutivo central (que son los subsistemas que hemos intentado activar).
- d. Finalmente, a partir del análisis cualitativo realizado, se confirma que prácticamente todos los sujetos del grupo experimental tienden a aumentar las puntuaciones en todas las pruebas de memoria de trabajo, mientras que en el grupo control hay un menor número de sujetos que incrementan y un mayor número que mantienen o disminuyen su rendimiento.

8.3. RESULTADOS DE LA INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE ACTIVACIÓN DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN NUMERACIÓN Y CÁLCULO

Después de haber verificado que el programa de activación de la memoria de trabajo administrado permite mejorar el rendimiento específico del bucle fonológico y el ejecutivo central, nos interesa estudiar si esta activación ha favorecido también el rendimiento de las tareas matemáticas de numeración y cálculo, lo cual reafirmaría claramente la relación entre la memoria de trabajo y este tipo de tareas. Así procederemos a verificar los resultados del incremento en las distintas tareas que hemos utilizado para medir el rendimiento matemático. En primer lugar, nos centramos en la variable compuesta “numeración y cálculo”. De forma más concreta, queremos comprobar si la intervención recibida mejora el rendimiento, o bien es un signo de la propia maduración y aprendizaje de los sujetos. Al tratarse de una variable compuesta, hemos usado puntuaciones normalizadas en todos los casos.

Para analizar el primer aspecto, es decir, si el programa de activación permite mejorar el rendimiento en numeración más cálculo, hemos seguido el mismo proceso que para comprobar si se mejoraba la memoria de trabajo, por lo que no repetimos aquí el proceso de análisis efectuado.

En primer lugar, presentamos los resultados que hemos obtenido en relación a la comparación de medias de numeración más cálculo entre el grupo experimental y el control, una vez normalizadas las puntuaciones:

Tabla 90: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: numeración más cálculo.

Experimental		Control		ANCOVA
Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
0,47	0,78	-0,46	0,94	F(1,47)=10,669 M.C.E=0,296 >0,001

En la Tabla 90 observamos que, en relación al sumatorio de numeración más cálculo, una vez finalizada la aplicación del programa de activación de la memoria de trabajo, el análisis realizado nos permite afirmar que, después de descartar la contribución de los resultados de la primera fase, los sujetos del grupo experimental en la segunda fase obtienen rendimientos estadísticamente superiores que los del grupo control.

Antes de proceder a determinar qué componente de la memoria de trabajo ha repercutido de forma más directa en estos resultados, vamos a examinar si el programa de activación repercute en todos los sujetos del grupo experimental por igual, o bien se producen diferencias en función de su nivel aritmético inicial. Para obtener los resultados indicados hemos comparado si se producen diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas en las pruebas de numeración más cálculo.

En la Tabla 91 que aparece en la página siguiente pueden consultarse los resultados que hemos obtenido:

Tabla 91: Comparación del incremento de puntuación en numeración más cálculo entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de numeración más cálculo.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Experimental	1,16	0,65	0,63	0,53	0,03	0,65	0,003	bajo>alto
Control	0,49	0,81	-0,18	0,18	-1,08	0,66	>0,001	bajo>medio,alto

En la Tabla 91 observamos distintos aspectos destacables: a) en primer lugar, tanto en los sujetos del grupo experimental como en los del grupo control se produce de nuevo una relación inversamente proporcional entre el nivel aritmético inicial y el incremento de puntuación en la segunda fase, es decir, que los sujetos de nivel inicial bajo son los que obtienen un mayor incremento; b) tanto en el grupo experimental como en el control se producen diferencias estadísticamente significativas entre el nivel inicial bajo y el alto, a favor de los primeros; c) los incrementos del grupo experimental son superiores que los del grupo control. A continuación pueden consultarse estos resultados en la Figura 40.

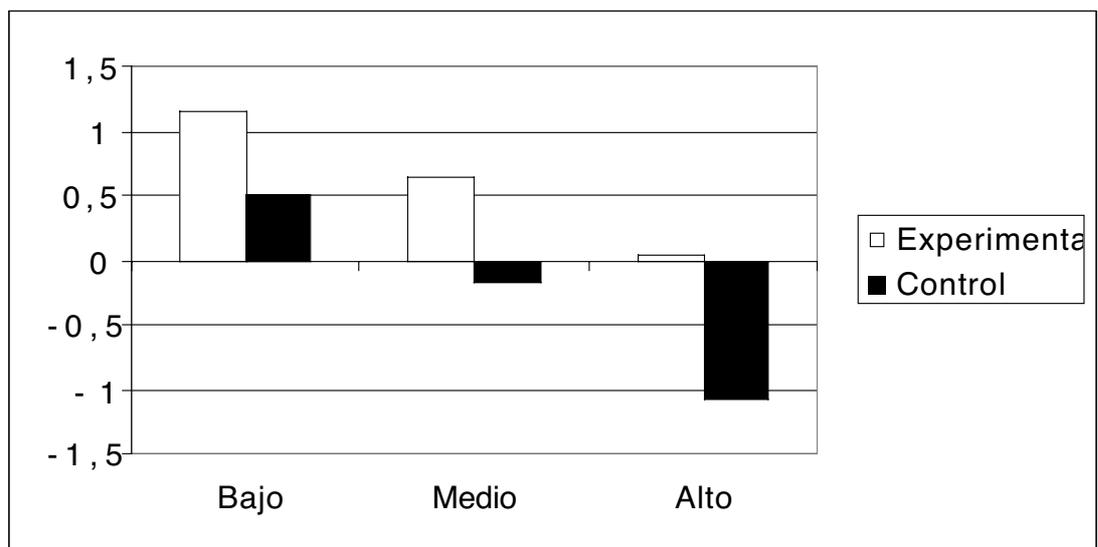


Figura 40: Incremento de puntuación en numeración más cálculo entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de numeración más cálculo.

También hemos efectuado un análisis cualitativo con el objeto de apreciar si a nivel individual todos los sujetos incrementan su puntuación en el sumatorio de las tareas de numeración y cálculo en la segunda fase respecto a la primera fase, o bien se producen diferencias en base al nivel inicial de numeración más cálculo. En este análisis, hemos comprobado que todos los sujetos que constituyen la muestra de la segunda fase, independientemente de si pertenecen al grupo experimental o al control, aumentan sus puntuaciones en tareas matemáticas de contenido aritmético. Sin embargo, lo que sucede es que los sujetos del grupo experimental aumentan en una mayor cantidad su incremento, lo cual es estadísticamente significativo, como acabamos de ver. Este comportamiento parece lógico si tenemos en cuenta que todos ellos están escolarizados en 2º curso de Primaria y han recibido los aprendizajes matemáticos que corresponden a este nivel durante el curso, pero la diferencia está en que los sujetos del grupo experimental han incrementado mucho más sus puntuaciones que los del grupo control, tal como hemos comprobado en nuestro último análisis.

8.4. RESULTADOS DE LA INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE ACTIVACIÓN DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN LA HABILIDAD NUMÉRICA

En este subapartado analizamos el efecto que el programa ejerce en la habilidad numérica considerada por separado, partiendo en este caso de puntuaciones directas al tratarse de una variable individual. Como es habitual, en primer lugar presentamos la comparación de incrementos de puntuación entre los sujetos del grupo experimental y del control en tareas de numeración:

Tabla 92: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: numeración.

Experimental		Control		ANCOVA
Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
31,28	10,19	21,56	10,01	F _(1,47) =951,866 M.C.E=21,946 P<0,001

En la Tabla 92 observamos en primer lugar que en la segunda fase de nuestra investigación empírica tanto el grupo experimental como el grupo control mejoran

su rendimiento en tareas de numeración, lo que inicialmente podría interpretarse como un efecto exclusivo de la propia maduración y/o del aprendizaje, puesto que entre la primera fase y la segunda fase transcurre un periodo de 6 meses. Sin embargo, también podemos apreciar claramente a partir de los resultados proporcionados por el procedimiento ANCOVA de SPSS que los sujetos del grupo experimental obtienen una media de puntuación en numeración superior al grupo control, y esta diferencia es estadísticamente significativa. Este dato nos permite afirmar que, además del efecto de la propia maduración, el programa de activación administrado a los sujetos del grupo experimental permite mejorar de forma significativa la habilidad numérica.

En segundo lugar, vamos a analizar si el programa de activación repercute en todos los sujetos del grupo experimental por igual, o bien se producen diferencias en función de su nivel aritmético inicial. Para obtener este dato hemos comparado si se producen diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas en las pruebas de numeración.

Tabla 93: Comparación del incremento de puntuación en numeración entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de numeración.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Experimental	42	9,4	34,6	6,58	22,6	5,89	>0,001	bajo> medio,alto
Control	33,17	7,41	26,29	1,8	13	4,88	>0,001	bajo> medio,alto

En la Tabla 93 observamos dos aspectos relevantes: a) por un lado, se produce una diferencia estadísticamente significativa del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase entre el subgrupo bajo y los subgrupos medio y alto, en el sentido de que el subgrupo bajo obtiene un incremento superior que el resto; b) por otro lado, podemos apreciar que los sujetos del grupo experimental obtienen incrementos estadísticamente superiores, tal como vemos en la Tabla 92. A continuación podemos analizar desde un punto de vista gráfico dichos resultados:

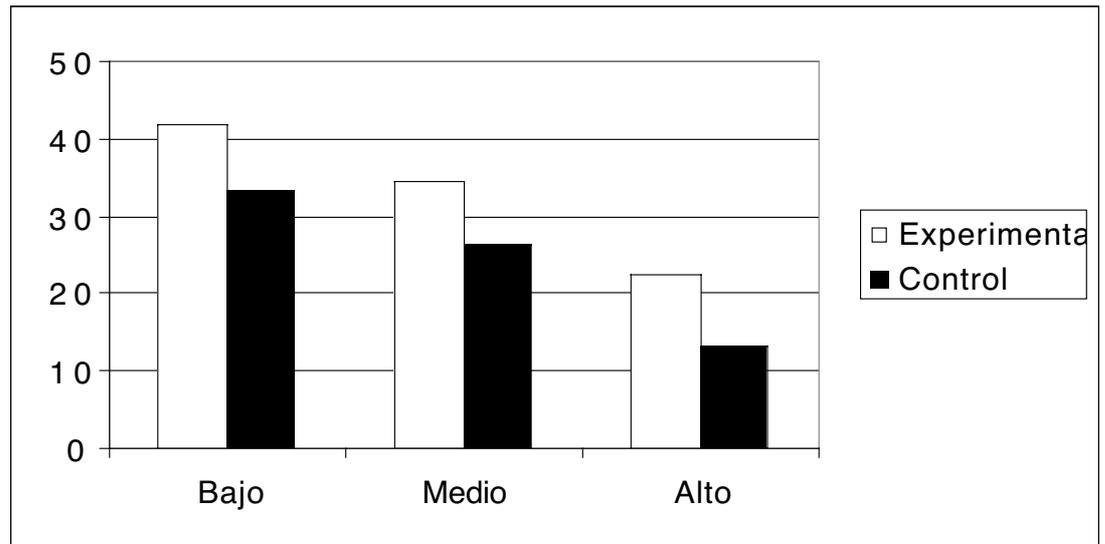


Figura 41: Incremento de puntuación en numeración entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de numeración

También hemos efectuado un análisis cualitativo con el objeto de apreciar si a nivel individual todos los sujetos incrementan su puntuación en tareas de numeración en la segunda fase respecto a la primera fase, o bien si se producen diferencias en base al nivel inicial de numeración más cálculo. En este análisis, hemos comprobado que todos los sujetos que constituyen la muestra de la segunda fase, independientemente de si pertenecen al grupo experimental o al control, aumentan sus puntuaciones en tareas de numeración. Recordamos, como hemos indicado anteriormente, que este comportamiento podría explicarse por el hecho que todos han recibido los aprendizajes matemáticos correspondientes a 2º de Primaria, pero la diferencia está en que los sujetos del grupo experimental incrementan mucho más sus puntuaciones.

8.5. RESULTADOS DE LA INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE ACTIVACIÓN DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN EL RENDIMIENTO EN CÁLCULO

Finalmente, en este subapartado realizamos el mismo análisis que en el anterior, pero relativo a las tareas de cálculo. Así, nos interesa verificar, como ya hemos dicho anteriormente, si el programa de activación incide en el rendimiento en tareas de cálculo aritmético, o bien la posible mejora es fruto de la propia maduración y aprendizaje de los sujetos.

Para determinar el aspecto anterior, en primer lugar, nuevamente, comparamos las medias de incremento entre ambos grupos:

Tabla 94: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: cálculo.

Experimental		Control		ANCOVA
Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
25,6	4,73	18,4	8,06	F _(1,47) =742,342 M.C.E=20,632 P<0,001

A partir de los resultados obtenidos, observamos que en la segunda fase de nuestra investigación empírica de nuevo tanto el grupo experimental como el grupo control mejoran su rendimiento en tareas de cálculo, tal como ocurría con el incremento de puntuación en tareas de numeración. Este fenómeno se podría atribuir de nuevo a la propia maduración de los sujetos, pero a la vez observamos a partir de la ANOVA con covariante que se produce una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del grupo experimental (Media=25,6) y control (Media=18,4), lo cual permite afirmar que el programa de activación administrado a los sujetos del grupo experimental incide de forma significativa en el rendimiento en cálculo aritmético.

Una vez encontrado este primer dato global relativo al cálculo, a continuación vamos a analizar si todos los sujetos del grupo experimental tienen un comportamiento similar o bien se producen diferencias en función de su nivel de rendimiento aritmético en la primera fase.

Tabla 95: Comparación del incremento de puntuación en cálculo entre la segunda fase y la primera fase en función del nivel inicial de cálculo.

	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		Sig.	Contraste
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica		
Experimental	29,33	6,43	26,91	3,86	23,27	4,32	0,062	N.S.
Control	29,4	5,41	20,17	5,84	13,71	5,12	>0,001	bajo> medio,alto

En la Figura 42 podemos apreciar visualmente los resultados de la Tabla 95:

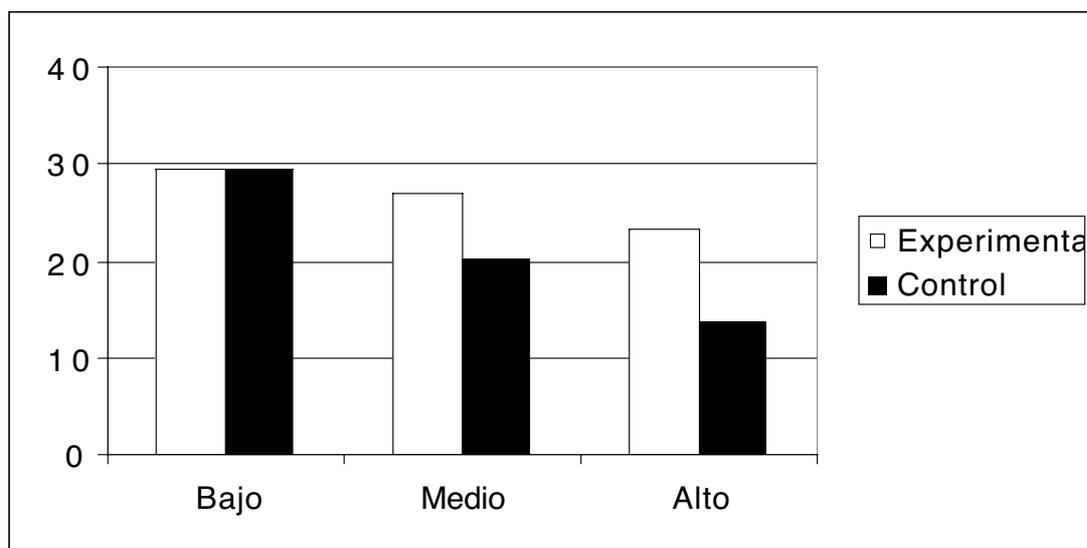


Figura 42: Incremento de puntuación en cálculo entre la segunda fase y la primera fase según el nivel inicial de cálculo.

Como podemos observar en la Tabla 95 y la Figura 42, los resultados obtenidos indican que, en todos los casos, a medida que aumenta el nivel de cálculo disminuye el incremento de puntuación en la segunda fase. Esta tendencia es corroborada estadísticamente en el caso del grupo control.

Para confirmar estos datos, finalmente hemos realizado también un análisis cualitativo que ha consistido en examinar el comportamiento individual de cada sujeto respecto al incremento de puntuación de la segunda fase respecto a la primera en las tareas de cálculo administradas. En este análisis, hemos verificado que todos los sujetos aumentan su puntuación en la segunda fase, independientemente de si pertenecen al grupo experimental o al grupo control o de su nivel de numeración más cálculo en la primera fase, lo cual como ya hemos indicado era de esperar. De nuevo, los sujetos del grupo experimental presentan incrementos superiores, como hemos confirmado a partir del análisis estadístico realizado.

Tal como hemos efectuado en la primera fase, para terminar nuestro análisis experimental vamos a estudiar si se producen variaciones respecto a la primera fase

en las dos pruebas de cálculo administradas: cálculo simple y cálculo complejo. Para ello, comparamos las medias de incremento entre ambos grupos:

Tabla 96: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: cálculo simple.

Experimental		Control		ANCOVA
Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
13,16	3,41	8,16	2,46	F _(1,47) =296,022 M.C.E=5,089 P<0,001

A partir de los resultados obtenidos, observamos que en la prueba de cálculo simple tanto el grupo experimental como el control mejoran su rendimiento en la segunda fase, pero el análisis mediante el procedimiento ANCOVA nos indica que se produce una diferencia estadísticamente significativa a favor de los sujetos del grupo experimental.

Respecto al cálculo complejo, recordamos que a partir de los resultados obtenidos en la primer fase llegamos a la conclusión que los sujetos todavía no dominaban suficientemente dicha tarea. Los resultados relativos a la segunda fase figuran en la Tabla 97:

Tabla 97: Comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase: cálculo complejo.

Experimental		Control		ANCOVA
Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
11,04	3,03	7,44	3,95	F _(1,47) =213,893 M.C.E=7,499 P<0,001

En la Tabla 97 apreciamos, por un lado, un incremento importante de las puntuaciones tanto del grupo control como del experimental en la segunda fase, lo cual indicaría que todos los sujetos de la segunda fase dominan ya las tareas exigidas en esta prueba. Por otro lado, a partir del análisis mediante ANCOVA vemos que los sujetos del grupo control obtienen de nuevo rendimientos inferiores en dicha tarea,

lo que confirma de nuevo el efecto de haber estado sometidos a un programa de activación de la memoria de trabajo.

Una vez presentados todos los resultados de la segunda fase de nuestra investigación, en el siguiente apartado procedemos a la discusión de los resultados obtenidos tanto en la primera fase como en la segunda fase de nuestro estudio, como hemos indicado al presentar el apartado empírico.

9. DISCUSIÓN

El objetivo fundamental de nuestra investigación empírica ha consistido en analizar la intervención de la memoria de trabajo en el rendimiento en tareas de cálculo. Para determinar los vínculos que existen entre ambas tareas cognitivas hemos diseñado un estudio empírico desarrollado en dos fases:

- a. En la primera fase hemos utilizado diferentes pruebas de medida para evaluar el rendimiento académico de los niños en numeración y cálculo, así como también diversas pruebas de memoria para determinar la disponibilidad de recursos de la memoria de trabajo en los diferentes subsistemas (bucle fonológico, agenda visoespacial y ejecutivo central), aspecto que al iniciar nuestro trabajo no había sido abordado en ningún estudio, por lo que sólo existían trabajos que analizaban alguno de los subsistemas, pero por separado.
- b. En la segunda fase, que ha constituido la contribución más innovadora de nuestra investigación al estudio de las relaciones que se establecen entre la memoria de trabajo y el cálculo, hemos aplicado durante 40 sesiones distribuidas desde Febrero hasta Junio de 2000 (segundo y tercer trimestre del curso escolar) un programa de activación de la memoria de trabajo para intentar mejorar su capacidad y verificar si conseguido esto también se logra aumentar el rendimiento en tareas de numeración y cálculo de los sujetos intervenidos. Una vez finalizada la aplicación del programa hemos llevado a cabo una nueva recogida de datos empíricos con el objeto de evaluar la efectividad del programa de activación.

A continuación, y con la finalidad de facilitar la comprensión al lector, realizamos el análisis y discusión de nuestros resultados siguiendo una estructura paralela a la utilizada tanto para describir los objetivos específicos de nuestro estudio como para exponer los principales resultados:

1. La incidencia de la memoria de trabajo en la habilidad numérica y el rendimiento

en cálculo aritmético.

2. La incidencia de los distintos subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central) en la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo aritmético.
3. La incidencia de un programa de activación de la memoria de trabajo tanto sobre la propia memoria de trabajo como en la ejecución de tareas matemáticas de numeración y cálculo.

Recordamos que el primer y el segundo objetivo corresponden a la primera fase de nuestra investigación empírica y el tercer objetivo a la segunda fase. Una vez analizados y discutidos los resultados obtenidos procederemos a efectuar un último subapartado en el que vamos a exponer unas conclusiones generales además de generar un conjunto de propuestas y sugerencias encaminadas a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos aritméticos elementales en las primeras edades de escolarización.

9.1. LA INCIDENCIA DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN LA HABILIDAD NUMÉRICA Y EL RENDIMIENTO EN CÁLCULO

Los resultados de nuestra investigación relativos al primero de los objetivos específicos planteados sobre el posible papel que ejerce el nivel de disponibilidad de recursos de la memoria de trabajo en tareas matemáticas de numeración y cálculo, nos permiten afirmar que efectivamente este sistema de memoria incide en tales actividades cognitivas, puesto que tanto cuando hemos analizado los resultados a nivel de correlaciones, como cuando hemos comparado las puntuaciones de memoria de trabajo en diferentes grupos de niños en función del nivel de rendimiento en numeración y cálculo (bajo, medio, alto), o viceversa, todos los resultados apuntan hacia esta dirección, coincidiendo con la mayoría de autores que desde un enfoque cognitivo han realizado investigaciones en este sentido (Adams y Hitch, 1997; Hitch, 1978; Fazzio, 1999; Fürst y Hitch, 2000; Gathercole y Pickering, 2000b; Geary et al, 1999; Towse y Hitch, 1995, 1997; entre otros). De hecho, ya

desde los inicios del estudio experimental de la memoria desde un punto de vista cognitivo, Brown (1958) y Peterson y Peterson (1959) determinaron que la actuación de la memoria a corto plazo (en aquel momento todavía no se utilizaba el término "memoria de trabajo") en una tarea se veía perturbada, durante unos segundos, por las operaciones aritméticas intercaladas entre la presentación del material y su recuerdo posterior. A nuestro entender, esta dificultad de los sujetos para procesar material numérico y retener letras a la vez, podría haber constituido una primera intuición para determinar una limitación del bucle fonológico. De todas formas, a pesar de que el objeto de estudio de estos trabajos preliminares no era determinar el papel de la memoria a corto plazo en tareas aritméticas (sino averiguar su capacidad), estos datos permitieron demostrar que calcular y recordar compiten por unos mismos recursos, que tienen una capacidad limitada, tal como indican Adams y Hitch (1997) y Ehrenstein et al. (1997).

El primer trabajo que de forma explícita estableció la relación entre ambas tareas fue realizado por Hitch (1978) quien, apoyándose en el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974), aseguró que la aritmética mental está limitada por la necesidad de guardar información en una memoria de trabajo transitoria. Sin embargo, en aquel momento todavía había muy pocas o ninguna evidencia empírica sobre la forma en que las limitaciones de la memoria de trabajo contribuyen al error en el cálculo, como él mismo sugirió.

Tal como hemos podido apreciar en nuestro análisis documental, a partir del trabajo pionero de Hitch (1978) y hasta finales de los años ochenta del siglo XX van publicándose de forma intermitente algunos trabajos sobre el tema (Siegel y Linder, 1984; Siegler y Robinson, 1982; Svenson y Sjoeborg, 1982, 1983; entre otros), pero no es hasta 1987 cuando se empiezan a publicar de forma regular investigaciones sobre memoria de trabajo y cálculo que permiten ir aportando datos al respecto (Adams y Hitch, 1997; Brainerd y Reyna, 1988; Bull y Johnston, 1997; Fürst y Hitch, 2000; Gathercole y Pickering, 2000a, 2000b; Geary y Widaman, 1987; Geary et al, 1999; Hitch et al., 1989; Hitch y McAyley, 1991; Hutton et al., 1997; Jurden, 1995; Lemaire et al., 1996; Logie y Baddeley, 1987; Logie et al., 1994; McLead y

Hitch, 1999; Towse y Hitch, 1995, 1997; entre otros). Sin embargo, existe una gran heterogeneidad en distintos aspectos de estos trabajos empíricos entre los que destacan: el tipo de pruebas utilizadas; el control de la fiabilidad y la validez de estas pruebas; el tipo de diseño utilizado (uso exclusivo de pruebas de cálculo; uso de pruebas de un único componente de la memoria de trabajo; uso de pruebas de cálculo y de memoria de trabajo, etc.). Esta diversidad comporta que en algunas ocasiones se haya llegado a resultados contradictorios, y a la vez ha suscitado en nosotros la necesidad de llevar a cabo un estudio exhaustivo y riguroso que parta de un diseño que contemple un importante abanico de pruebas de memoria de trabajo que incluyan los tres subsistemas (bucle fonológico, agenda-viso-espacial y ejecutivo central). Además, al analizar la contribución de la memoria de trabajo en el cálculo, hemos creído necesario conocer el nivel de rendimiento en numeración, puesto que distintos autores del campo de la matemática como Bermejo y Lago (1990); Canals, M^a.A. (1979) o Serrano y Denia (1987); entre otros, sugieren que el rendimiento en cálculo está predeterminado en parte por la habilidad numérica de los sujetos, es decir, que difícilmente pueden obtenerse buenos rendimientos en tareas de cálculo sin un conocimiento y dominio progresivo de los números, aspecto que hemos verificado en nuestros resultados al constatar que existe una correlación estadísticamente significativa al nivel 0.01 (bilateral) entre ambos tipos de tareas (índice de correlación lineal de Pearson $r=0,75$). Así, pues, pensamos que sólo a partir de un estudio en el que se utilice una gama de pruebas de los tres subsistemas de memoria de trabajo, junto con distintas pruebas matemáticas de numeración y cálculo de las que se haya controlado previamente su validez tanto interna como externa, puede obtenerse una visión global de cual es el papel que ejerce este sistema de memoria en el cálculo.

En nuestro estudio, como se ha indicado anteriormente, hemos considerado todos los aspectos mencionados, y hemos realizado tres niveles de análisis distintos que nos han permitido verificar, por un lado, si de modo global existe alguna relación entre las pruebas de memoria de trabajo y las pruebas de numeración y cálculo consideradas conjuntamente; y, por otro lado, si la incidencia la memoria de trabajo es la misma o no al considerar el rendimiento en tareas de numeración y

cálculo por separado.

Respecto al papel que ejerce este sistema de memoria en las pruebas de numeración y cálculo consideradas en su conjunto, hemos obtenido un índice de correlación lineal ($r=0,46$) estadísticamente significativo al nivel 0.01 (bilateral), lo cual indica que se produce una relación entre la memoria de trabajo y las tareas aritméticas de numeración y cálculo consideradas globalmente, de acuerdo con Barrouillet y Fayol (1998) o Jordan (1995), quienes apoyan que el hecho de desarrollar una memoria inmediata de las operaciones aritméticas elementales que incluya además el uso de estrategias es la forma más rápida y eficiente de dar una respuesta. Nuestros resultados confirman también los encontrados anteriormente por Wenger y Carlson (1996), quienes concluyen que durante una tarea de cálculo los sujetos utilizan la memoria de trabajo tanto para ejecutar como para almacenar resultados seguros que son utilizados posteriormente en la recuperación de las respuestas; también Hulme y Mackenzie (1997) ponen en evidencia que la falta de eficacia de las estrategias de memoria de trabajo puede comportar limitaciones importantes en el aprendizaje y en la ejecución de destrezas en relación a la aritmética, entre otros contenidos escolares. Más recientemente Geary et al. (1999), de acuerdo con Chen y Gong (1998) o Thomas (1996), entre otros, sugieren también que los sujetos con escasos recursos de memoria de trabajo son los que cometen más errores de cálculo, además de que sus tiempos de reacción son superiores.

Llegados a este punto, nuestro estudio ha servido hasta el momento para corroborar los resultados encontrados previamente por otros autores europeos y norteamericanos, pero por primera vez estos datos se han confirmado en una muestra de alumnos españoles, ya que hasta el momento había una carencia absoluta de este tipo de investigaciones en nuestro país. Así, pues, estamos en disposición de afirmar que la tendencia de los alumnos españoles es muy similar a la de otros alumnos de culturas occidentales.

De todas formas, no podemos considerar nuestro estudio una réplica de los anteriores, puesto que como hemos indicado, éste parte de un abanico de pruebas de

memoria de trabajo mucho más amplio que los estudios mencionados hasta ahora, junto con pruebas de numeración y cálculo de las que se ha controlado previamente tanto su validez interna como externa. Además, existe otra diferencia destacable: como hemos visto en nuestro marco teórico de referencia, algunos estudios que en los últimos años han querido determinar el papel que ejerce la memoria de trabajo en el rendimiento aritmético de los sujetos, han partido de muestras categorizadas en base al nivel de rendimiento aritmético de los niños (Geary y Burlingham-Dubree, 1989; Geary, 1990; Geary y Brown, 1991; Hitch y McAuley, 1991; McLean y Hitch, 1999; Siegel y Ryan, 1989; entre otros). Mayoritariamente, los sujetos han sido clasificados en dos grupos: un grupo de niños con dificultades de aprendizaje específicas (ya de las matemáticas en general o del cálculo en particular) y otro grupo con niveles de rendimiento normales. Estos estudios parten de la evidencia que la memoria de trabajo juega un importante papel en el funcionamiento cognitivo, y encuentran diferencias de rendimiento estadísticamente significativas en tareas aritméticas por parte de aquellos niños que presentan mayores limitaciones en el uso de los recursos de la memoria de trabajo. A pesar de los diseños de estos estudios, en nuestro caso, al partir de sujetos normales sin problemas aritméticos específicos, nos ha parecido mejor categorizar nuestra muestra en lugar de en dos subgrupos, en tres subgrupos según el nivel de rendimiento en tareas aritméticas de numeración y cálculo: nivel bajo, nivel medio y nivel alto, lo cual nos ha permitido acotar más nuestros resultados. De modo general hemos constatado que, como en los resultados de los estudios preliminares, se producen diferencias estadísticamente significativas de rendimiento en tareas de memoria de trabajo entre los subgrupos de nivel bajo y alto en numeración más cálculo, a favor de los segundos. De todas formas, al acotar más nuestra muestra, hemos podido confirmar que efectivamente los niños con peores recursos de memoria de trabajo son los que rinden menos en tareas aritméticas, y los que tienen más recursos son los que obtienen mejores rendimientos; pero además, hemos podido apreciar que hay un grupo de alumnos con un nivel medio en memoria de trabajo que obtienen también niveles de rendimiento intermedio en tareas de numeración y cálculo. A nuestro entender, estos datos permiten fortalecer las relaciones encontradas hasta el momento entre memoria de trabajo y cálculo.

Aunque la relación parece clara tanto a partir de los resultados obtenidos en nuestro trabajo como en los precedentes, hemos incorporado otra novedad en nuestro estudio para reafirmar de forma todavía más contundente estas relaciones: hemos efectuado un análisis inverso en el que hemos verificado si se producen diferencias en el rendimiento de tareas de numeración y cálculo consideradas conjuntamente analizando los resultados en distintos grupos en función del nivel de memoria de trabajo (bajo, medio, alto). A pesar de que no hemos encontrado ningún trabajo que haya realizado en un mismo estudio este doble análisis, nuestros resultados indican de nuevo que se producen también diferencias estadísticamente significativas de rendimiento en tareas de numeración más cálculo entre los sujetos de nivel bajo y alto en tareas de memoria de trabajo.

Al considerar individualmente las tareas de numeración y de cálculo se repiten los mismos resultados, es decir, tanto al analizar los vínculos que se producen con la memoria de trabajo a nivel de correlación, en los que hemos obtenido unos índices de correlación de Pearson de $r=0,45$ y $r=0,43$ respectivamente, significativos al nivel 0.01 (bilateral); como al comparar el rendimiento en memoria de trabajo en función del nivel de numeración o de cálculo (bajo, medio, alto), o viceversa, observamos que se producen también diferencias estadísticamente significativas en el sentido esperado, por lo que no vamos a insistir más en este aspecto. Sólo queremos precisar que dado que el objeto fundamental de nuestra tesis consiste en analizar la intervención de la memoria de trabajo en el cálculo, hemos efectuado un análisis más pormenorizado en la que hemos examinado si se produce un comportamiento distinto en función del grado de complejidad que exige la tarea de cálculo. Nuestros resultados nos han permitido confirmar que, respecto a la prueba de cálculo simple, los sujetos con peores puntuaciones son los que obtienen peor puntuación en memoria de trabajo, y difieren estadísticamente de los que obtienen puntuaciones medias y altas. En la prueba de cálculo complejo, sin embargo, no se producen diferencias en función del nivel de cálculo. Ello podría ser debido a que ninguno de los subgrupos de sujetos dominan todavía las actividades exigidas en la prueba de cálculo complejo.

9.2. LA INCIDENCIA DE LOS DISTINTOS SUBSISTEMAS DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN LA HABILIDAD NUMÉRICA Y EL RENDIMIENTO EN CÁLCULO

Según nuestra opinión, para determinar el papel que ejerce la memoria de trabajo en el aprendizaje y/o rendimiento posterior en tareas de cálculo es indispensable, en vistas a una posterior intervención, poder determinar la incidencia de los tres subsistemas que forman este sistema de memoria (bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central). Sin embargo, como hemos indicado, la mayor parte de estudios que han estudiado tal relación se han centrado exclusivamente en el análisis de uno o como máximo dos de los subsistemas de la memoria de trabajo con el cálculo: el bucle fonológico (Fazzio, 1994, 1996, 1998, 1999; Hitch y McAuley, 1991; Siegel y Ryan, 1989; entre otros); la agenda viso-espacial (Logie et al., 1994; entre otros) o el ejecutivo central (Hitch y Towse, 1995; Towse y Hitch, 1995, 1997; entre otros). Hasta el momento de redactar esta discusión, únicamente hemos detectado tres estudios muy recientes de autores con los que mantuvimos correspondencia al iniciar esta tesis en los que también se utilizan pruebas que miden los tres subsistemas de la memoria de trabajo (Gathercole y Pickering, 2000a, 2000b; McLean y Hitch, 1999).

Este vacío empírico al iniciar nuestro estudio dio lugar a qué nos planteáramos este segundo objetivo, a partir del cual hemos pretendido identificar qué subsistema o subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central) ejercen una influencia más directa en tareas matemáticas de numeración y cálculo. Como en el apartado anterior hemos analizado si de modo global existe alguna relación entre los distintos subsistemas de la memoria de trabajo y las pruebas de numeración y cálculo consideradas conjuntamente; y posteriormente hemos analizado esta misma relación pero considerando las tareas de numeración y de cálculo por separado.

De modo genérico, nuestros resultados indican que el rendimiento de los sujetos tanto en tareas de numeración y cálculo consideradas globalmente como de forma individual (numeración y cálculo por separado) se relaciona de forma

estadísticamente significativa con los recursos de dos de los tres subsistemas de la memoria de trabajo: bucle fonológico y ejecutivo central, y en todos los casos la relación más consistente se da con el ejecutivo central, como apuntan por ejemplo Hitch y Towse (1995) al exponer que la habilidad para realizar cálculos aritméticos y para recuperar información almacenada depende sobretodo de un espacio central de la memoria de trabajo. En cambio, no existe una relación clara con la agenda viso-espacial en estas tareas aritméticas específicas. De todas formas, a continuación vamos a analizar y discutir nuestros resultados relativos a cada uno de los subsistemas de la memoria de trabajo con mayor detalle:

Respecto al bucle fonológico, que de acuerdo con los estudios preliminares revisados se trata del componente de la memoria de trabajo que por el momento ha generado más trabajos en relación a nuestra línea de investigación, hemos encontrado los siguientes resultados específicos:

- a) En primer lugar, el índice de correlación entre el global de las pruebas de bucle fonológico y las tareas de numeración y cálculo consideradas conjuntamente es de $r=0,33$. Al considerar las pruebas de numeración y cálculo de forma aislada, los índices de correlación son levemente inferiores ($r=0,32$ y $r=0,3$ respectivamente), pero en todos los casos son estadísticamente significativos al nivel 0.01 (bilateral).
- b) En segundo lugar, con el objeto de acotar de forma más precisa estos datos iniciales, en nuestro estudio hemos correlacionado las puntuaciones en tareas matemáticas con las puntuaciones obtenidas en cada una de las pruebas administradas de la “Bateria de Tests de Memòria de Treball” de Pickering, Baqués y Gathercole (1999) correspondientes al bucle fonológico: Recuerdo Serial de Dígitos, Recuerdo Serial de Palabras y Repetición de Pseudopalabras. Nuestros resultados indican que se produce una correlación significativa entre las puntuaciones de numeración y cálculo consideradas conjuntamente y todas las pruebas de bucle fonológico administradas; una correlación también significativa entre las puntuaciones de numeración y todas las pruebas administradas excepto

el Test de Repetición de Pseudopalabras; y en cálculo solamente hemos obtenido una correlación significativa con las puntuaciones de la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo), tanto en puntuaciones directas como en amplitud. A modo de síntesis, destacamos que la tarea de bucle fonológico que más correlaciona con numeración y cálculo (tanto conjuntamente como individualmente) es la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo), y en general se obtienen índices superiores con la amplitud que con las puntuaciones directas.

Estos primeros resultados confirman una relación importante entre el bucle fonológico y la actividad cognitiva que conlleva las tareas de numeración y cálculo (tanto consideradas conjuntamente como por separado), aspecto con el que coincidimos con la mayoría de autores que desde mediados de los años ochenta del siglo XX han estudiado las relaciones específicas que se establecen entre el rendimiento en numeración y cálculo y la capacidad del bucle fonológico (Abu-Rabia, 1997; Fazzio, 1994, 1996, 1998, 1999; Geary, 1993; Hitch y McAuley, 1991; Hoosain y Salili, 1988; Jensen y Whang, 1994; Lau y Hoosain, 1999; Lemaire et al, 1996; Logie y Baddeley, 1987; Naveh-Benjamin y Ayres, 1986; Siegel y Ryan, 1989; entre otros).

Si volvemos a nuestros resultados específicos, hemos encontrado que existe una correlación lineal significativa entre las puntuaciones de tareas matemáticas y distintas tareas del bucle fonológico tanto de contenido numérico como verbal, aunque poniendo especial énfasis en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos, aspecto con el que coincidimos con los estudios preliminares mencionados que han utilizado esta tarea. Sin embargo, en un estudio realizado por Gathercole y Adams (1994) no encuentran correlaciones estadísticamente significativas entre una tarea de amplitud de dígitos y el conocimiento de los números por parte de los sujetos. Otro trabajo que también se contrapone a nuestros resultados es un estudio de caso único realizado por Butterworth et al. (1996), en el que concluyen que un sujeto adulto con importantes déficits de memoria de dígitos (amplitud de tres dígitos) no tiene ninguna dificultad para realizar tareas de cálculo que se presentan tanto de forma

visual como auditiva. A nuestro entender, estos resultados, en principio sorprendentes, se podrían explicar a partir de dos fenómenos simultáneos. Por un lado, la distinta edad de los sujetos: los sujetos del estudio de Gathercole y Adams (1994) tienen 4-5 años, en el caso de Butterworth et al. (1996) se trata de un sujeto adulto, y los sujetos de nuestro estudio tienen 7-8 años. Por otro lado, difiere también el tipo de pruebas numéricas utilizadas.

Todavía en el marco de este segundo análisis, en el que hemos intentado determinar el papel específico de cada prueba del bucle fonológico en el rendimiento en numeración y cálculo, hemos detectado una línea de estudio muy reciente que propone distinguir la memoria de trabajo en función del contenido involucrado en las tareas (Oberauer et al., 2000). En su trabajo, distinguen tres tipos de memoria de trabajo: verbal, numérica y espacial. Respecto a la memoria de trabajo verbal y numérica (la espacial vamos a discutirla más adelante) concluyen, a partir de sus resultados, que por el momento la diferenciación todavía no está demasiado clara. En nuestro análisis específico hemos visto que, aunque en general tienden a obtenerse mejores rendimientos en tareas de contenido numérico (Recuerdo Serial de Dígitos) que en pruebas de contenido verbal (Recuerdo serial de palabras o Repetición de Pseudopalabras), no se producen diferencias muy destacables entre el peso que ejercen pruebas del bucle fonológico de contenido numérico y verbal en el rendimiento en numeración y cálculo. Ello parecería indicar que, por el momento, coincidiendo con Oberauer et al. (2000) se hace difícil distinguir entre una memoria de trabajo numérica y otra verbal.

c) En tercer lugar hemos analizado si el rendimiento de los sujetos en las distintas pruebas de bucle fonológico varía en función de su nivel en el global de numeración y cálculo (bajo, medio, alto), y viceversa.

Los resultados que hemos obtenido indican que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de nivel bajo y alto en numeración más cálculo exclusivamente en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos directo, tanto en los aciertos como en la amplitud. Las diferencias se

producen en el sentido esperado, es decir, los sujetos de menor nivel de numeración más cálculo son los que obtienen también un rendimiento inferior en Recuerdo Serial de Dígitos. En el resto de pruebas del bucle fonológico, aunque se repite la misma tendencia, no se producen diferencias estadísticamente significativas en base al nivel de numeración más cálculo.

Al analizar si la capacidad del bucle fonológico varía exclusivamente en función del nivel de habilidad numérica (bajo, medio, alto), hemos encontrado que se producen diferencias estadísticamente significativas en el sentido esperado entre los subgrupos de nivel bajo y alto en numeración en la amplitud de las pruebas de Recuerdo Serial de Dígitos y Palabras directo, así como en las puntuaciones directas de la prueba de Recuerdo Serial de Palabras. En el resto de pruebas (aciertos en Recuerdo Serial de Dígitos y Pseudopalabras), aunque las medias aumentan en el sentido esperado, no se alcanza el nivel de significatividad estadística.

Finalmente, al analizar si los sujetos con distinto nivel de cálculo (bajo, medio, alto) tienen también distintos rendimientos de bucle fonológico, se producen diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo) entre el nivel bajo en relación al medio y alto, en el sentido esperado, es decir, los sujetos que menos puntúan en tareas de cálculo son también los que obtienen peores rendimientos en tareas del bucle fonológico de la memoria de trabajo.

En los análisis inversos correspondientes, en los que hemos verificado si los sujetos con distintos niveles de bucle fonológico (bajo, medio, alto) presentan distintos rendimientos en las tareas de numeración y cálculo, la tendencia es muy similar.

Los resultados anteriores vienen a confirmar los obtenidos en estudios precedentes que, partiendo sobretodo de muestras de sujetos con dificultades de aprendizaje, parten de diseños que dividen la muestra en buenos y malos ejecutores

(Geary, 1993; Hitch y McAuley, 1991; y Siegel y Ryan, 1989; entre otros), en los que se señala la relación entre el bucle fonológico y el cálculo, mostrándose la amplitud de dígitos como la prueba del bucle fonológico que más incide en las tareas de cálculo.

Como hemos visto, Hitch y McAuley (1991) argumentan que los déficits en cálculo son independientes tanto de las características audio-verbales como visoespaciales de la tarea, y la dificultad proviene del hecho que los sujetos con dificultades se caracterizan por una mayor lentitud de conteo y por tener dificultades de recuperación. Geary (1993), en un trabajo de revisión, apunta que las dificultades son debidas a representaciones fonológicas débiles y a la pérdida de información antes de que el cálculo haya finalizado, reduciendo así la probabilidad que la cantidad añadida y la respuesta puedan asociarse en la memoria a largo plazo, dejando claro que este tipo de sujetos con dificultades poseen escasos recursos en relación al bucle fonológico. En relación a este aspecto, Lemaire et al. (1996) sugieren que la capacidad del bucle fonológico de la memoria de trabajo depende de la cantidad de información que puede ser repetida subvocalmente, o bien de la velocidad de procesamiento, concluyendo que cuánto mayor es la velocidad mayor es la duración de la información en la memoria de trabajo, es decir, que si los ítems (números) son articulados más rápidamente, entonces éstos pueden ser refrescados en la memoria antes de que decaigan más allá de un punto crítico donde no habría posibilidad de recordar o recuperar. Apoyando también nuestros resultados, Fazzio (1994, 1996, 1998, 1999) apunta que las dificultades para realizar cálculos escritos son debidas a una relación compleja entre el conocimiento conceptual, procedimental y declarativo (recuperación de la memoria) y la causa principal de los déficits es el funcionamiento anómalo de la memoria fonológica, ya que estos sujetos acostumbran a presentar dificultades para recordar exactamente números, a la vez que palabras o frases, de acuerdo con Hitch et al. (1989) que indicaban que el bucle fonológico es el que juega un papel más importante en el recuerdo inmediato de materiales verbales. También Barrouillet et al. (1997); Benedetto y Tannock (1999); Gros-Tsur et al. (1996) o Ostad (1997); entre otros, confirman que efectivamente existen diferencias consistentes entre los niños normales y los que

presentan dificultades de aprendizaje en relación a los recursos de memoria usados para resolver operaciones aritméticas simples. Así, pues, queda claro que los niños que plantean dificultades en tareas de cálculo, son niños que tienen dificultades de recuerdo y manejo de recursos de este tipo de materiales en su memoria de trabajo, lo cual es perfectamente lógico puesto que si no son capaces de repetir números que acaban de escuchar, difícilmente pueden operar adecuadamente con ellos.

A pesar de la coincidencia de resultados de los estudios anteriores en relación al papel que ejerce el bucle fonológico en tareas de numeración y cálculo, no podemos dejar de mencionar algunos trabajos que discrepan de estos resultados. Así, por ejemplo, Gathercole y Pickering (2000a) indican que el rendimiento de este subsistema parece estar relacionado exclusivamente con el conocimiento de vocabulario, a pesar de que en un estudio paralelo (Gathercole y Pickering, 2000b) encuentran que el bucle fonológico está relacionado con tareas matemáticas. También McLean y Hitch (1999), en un estudio realizado con una muestra de niños de 9 años con dificultades aritméticas, encuentran que los sujetos con baja habilidad aritmética tienen un nivel normal de bucle fonológico. Aunque se hace difícil explicar estas contradicciones al partir de muestras de edades similares (niños entre 6 y 8 años), algunas explicaciones plausibles podrían encontrarse en el tipo de tarea matemática utilizada: en nuestro caso, hemos utilizado exclusivamente tareas de numeración y cálculo (sumas y restas); en el caso de McLean y Hitch (1999), han utilizado una tarea de ítems desaparecidos ($2+3=4+?=?$); y en el caso de Gathercole y Pickering (2000a), han partido de los estándares del currículum de matemáticas del Reino Unido, que incluye una gama mucho mayor de tareas matemáticas, como por ejemplo la geometría. Además, en el caso concreto del estudio de Gathercole y Pickering (2000a), no puede considerarse en sentido estricto un estudio que analice las implicaciones de la memoria de trabajo en el cálculo, sino en las matemáticas en general. Así, pues, podemos concluir que uno de los focos que provoca la disparidad es el uso de diferentes tareas, dado que cada tarea puede exigir un uso distinto de recursos de memoria de trabajo.

Una vez determinado el papel que ejerce el bucle fonológico, a continuación

vamos a analizar y discutir los principales resultados relativos a la agenda visoespacial, partiendo de la premisa que este subsistema de la memoria de trabajo ha generado un escaso número de investigaciones, aunque en los últimos años parece estar modificándose esta tendencia. Además de este vacío de trabajos empíricos, debemos señalar que los resultados publicados hasta el momento son contradictorios, como veremos a continuación. A modo de síntesis, nuestros resultados relativos al papel que ejerce la agenda visoespacial en tareas de numeración y cálculo son los siguientes:

- a) En primer lugar, el índice de correlación entre el sumatorio de las pruebas de agenda visoespacial y las tareas de numeración y cálculo consideradas conjuntamente es de $r=0,12$. Al considerar de forma separada las tareas de numeración y de cálculo, los índices de correlación respectivos son $r=0,11$ y $r=0,12$. En ninguno de los tres análisis, como vemos, el índice de correlación es estadísticamente significativo.
- b) En segundo lugar, al correlacionar las puntuaciones en tareas matemáticas con las puntuaciones obtenidas en cada una de las pruebas administradas de la “Bateria de Tests de Memòria de treball”, de Pickering, Baqués y Gathercole (1999) correspondientes a la agenda visoespacial: Test de Matrices, Test de Memoria Visual Figurativa y Test Katakana de Búsqueda Visual, podemos concluir que ninguna de las pruebas de la agenda visoespacial administradas correlacionan de forma estadísticamente significativa con las tareas de numeración y cálculo (tanto consideradas conjuntamente como de forma separada). Estos resultados indicarían que la agenda visoespacial ejercería un papel poco relevante en las tareas de numeración y cálculo administradas.

Como hemos indicado anteriormente, existen resultados contradictorios al respecto. En algunos estudios que apoyan nuestros resultados, como por ejemplo el realizado por Logie et al. (1994), se expone que si bien parece evidente que la memoria de trabajo interviene en el área de las funciones fonológicas y articulatorias a través de actividades diarias como contar, hacer cálculo aritmético, adquirir

vocabulario, y en algunos aspectos de la comprensión de la lectura y el lenguaje, las reivindicaciones respecto a las funciones visuales y espaciales de la memoria de trabajo son menos convincentes. También Geary et al. (1999) destacan únicamente el papel del bucle fonológico junto con el ejecutivo central en la realización de tareas aritméticas y, desde una perspectiva genérica, Oberauer et al. (2000) concluyen que la memoria de trabajo espacial es claramente distinta de las otras dos categorías.

Sin embargo, algunos estudios muy recientes como los de Gathercole y Pickering (2000b); McLean y Hitch (1999) o Robinson et al. (1996) llegan a conclusiones distintas a las obtenidas tanto en nuestra investigación como en los estudios mencionados. Así, Robinson et al. (1996), en un amplio estudio con una muestra de 778 sujetos de educación infantil a los que administran 2 pruebas de aritmética y otras 15 medidas, ponen en evidencia una fuerte relación entre factores espaciales y cuantitativos. McLean y Hitch (1999) encuentran que los sujetos con baja habilidad aritmética presentan déficits en el componente espacial de la memoria de trabajo. También Gathercole y Pickering (2000b), en un estudio con niños ingleses de 6-7 años que presentan un nivel bajo en tests de las áreas de inglés y matemáticas, obtienen puntuaciones débiles en medidas del ejecutivo central y en particular de la agenda viso-espacial.

A nuestro entender, esta discrepancia en los resultados se debe sobretodo a dos factores simultáneos: por un lado, las edades de las muestras de los estudios que discrepan son distintas en algunos casos, puesto que mientras Logie et al (1994), por ejemplo, utilizan una muestra de sujetos adultos (18-65 años), tanto Gathercole y Pickering (2000b) como McLean y Hitch (1999) y Robinson et al (1996) utilizan muestras de niños (con edades parecidas a las de referencia de nuestro estudio empírico). Aunque para nosotros, el factor más determinante está en el tipo de medida matemática utilizada: por un lado, Geary et al. (1999) y Logie et al (1994) utilizan tareas exclusivas de numeración o cálculo (p. e. 13+18), que son las que más se aproximan a las utilizadas en nuestro diseño, mientras que Gathercole y Pickering (2000b), por ejemplo, parten de la evaluación del currículum nacional de

matemáticas, que lógicamente incluye un abanico de tareas matemáticas mucho mayor: numeración, cálculo, geometría, medida, estadística y probabilidad, etc. Creemos, pues, que en estos estudios discordantes la incidencia de algunas tareas con un importante componente visual, como las geométricas, pueden haber ejercido un peso muy importante en los resultados finales. De todas formas, al no haber utilizado pruebas de tipo geométrico en nuestro estudio, no disponemos de suficiente evidencia empírica como para poder afirmar esta aclaración de forma contundente, por lo que es preciso que en los próximos años aparezcan nuevos trabajos que comparen el papel que ejerce la agenda viso-espacial en tareas matemáticas de distinto contenido (numeración y cálculo, geometría, resolución de problemas, medida, estadística y probabilidad, etc.).

c) En tercer lugar, hemos analizado si el rendimiento de los sujetos en las distintas pruebas de agenda viso-espacial varía en función de su nivel en tareas matemáticas de numeración y cálculo (bajo, medio, alto), y viceversa. Nuestros resultados confirman que no se producen diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las pruebas de la agenda viso-espacial administradas en función del nivel de numeración y cálculo (bajo, medio, alto), tanto al considerar las pruebas de numeración y cálculo al hacer el análisis conjuntamente como de forma separada. Al efectuar el análisis inverso, es decir, en función del nivel de memoria, hemos encontrado que se producen diferencias en tareas de numeración en función del nivel de agenda viso-espacial (bajo, medio, alto), pero no en tareas de numeración y cálculo consideradas conjuntamente o en tareas de cálculo de forma aislada.

De modo genérico, pues, se reafirma la escasa incidencia de la agenda viso-espacial. Sin embargo, hemos visto que al efectuar el análisis inverso se produce un comportamiento distinto al considerar las tareas de numeración de forma aislada. Creemos que una explicación plausible podría ser que la prueba de numeración ponga en juego habilidades más de tipo verbal-visual, es decir, que dicha prueba, a pesar de tener un predominio verbal (hemos visto ya el papel que ejerce el bucle fonológico en tareas de numeración), requiera posiblemente habilidades de tipo

visual-espacial (por ejemplo, ubicar los números en la recta numérica para decidir cual es el anterior y el posterior a uno dado), que es una de las funciones de la agenda viso-espacial apuntada por Baddeley (1998), pero en cambio la habilidad de operar (cálculo) no requiere tan claramente de los componentes visuales.

Con el objeto de intentar aclarar con mayor exactitud el papel de la memoria visual en tareas de numeración y cálculo, paralelamente a las pruebas del componente visual de la memoria de trabajo de la “Bateria de Tests de Memòria de Treball” de Pickering, Baqués y Gathercole (1999), en nuestro estudio hemos administrado dos pruebas visuales complementarias estandarizadas: el nivel elemental del Test de Memoria MY, de Yuste (1985) y el Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja, de Rey (1959). Sintéticamente, los resultados que hemos obtenido son los siguientes:

- a) En primer lugar, el índice de correlación lineal entre estas pruebas visuales y las tareas de numeración y cálculo no es estadísticamente significativo. Al considerar separadamente las tareas matemáticas administradas, hemos encontrado que se produce una correlación lineal estadísticamente significativa al nivel 0.05 (bilateral) entre las tareas de numeración y el Test de Memoria MY, de Yuste (1985).
- b) En segundo lugar, al comparar el rendimiento de los sujetos en estas pruebas visuales en función de su nivel en las tareas matemáticas administradas (bajo, medio, alto), de nuevo hemos obtenido diferencias estadísticamente significativas sólo entre los sujetos de nivel bajo y alto en numeración en el Test de memoria MY, de Yuste (1985), en el sentido que los sujetos de nivel bajo en numeración obtienen también puntuaciones inferiores en dicho test.

A partir de los resultados anteriores, vemos que se produce un comportamiento distinto en las dos tareas visuales complementarias administradas: por un lado, en el Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja, de Rey (1959), que es una prueba estrictamente visual, no se produce ninguna relación

estadísticamente significativa; en cambio, en el nivel elemental del Test de Memoria MY, de Yuste (1985) se producen diferencias significativas en la tarea de numeración. Si partimos de la base que este test, que a pesar de ser sobretodo visual, tiene un contenido también verbal (ya que en la presentación de la primera lámina el experimentador realiza un repaso oral de los elementos que aparecen, y posteriormente deberán ser identificados en la fase de recuerdo), los resultados obtenidos en ambas pruebas demostrarían nuestro punto de vista en relación a la escasa incidencia del componente visual de la memoria en tareas matemáticas de numeración y cálculo, a diferencia de lo que ocurre en la adquisición de otros aprendizajes instrumentales como la lectura (Baqués, 1995a; entre otros).

Finalmente, respecto al papel del ejecutivo central en tareas de numeración y cálculo, de nuevo partimos de un cuerpo de investigaciones escaso al intentar analizar y discutir nuestros resultados, ya que mayoritariamente los trabajos se han focalizado sobre el bucle fonológico y hay pocos trabajos que aborden tanto el papel del ejecutivo central (Hitch y Towse, 1995; Logie et al., 1994; Fürst y Hitch, 2000; Gathercole y Pickering, 2000a, 2000b; Towse y Hich, 1995, 1997; entre otros) como de la agenda viso-espacial (Logie et al., 1994; Logie, 1995; McLean y Hitch, 1999; Gathercole y Pickering 2000a, 2000b; entre otros). De todas formas, los resultados que hemos obtenido son los siguientes:

- a) En primer lugar, el índice de correlación lineal entre el sumatorio de las pruebas de ejecutivo central y las tareas de numeración y cálculo consideradas conjuntamente que hemos obtenido es $r=0,52$. Al considerar las pruebas de numeración y cálculo de forma aislada, los índices de correlación son levemente inferiores ($r=0,52$ y $r=0,45$ respectivamente). En todos los casos los índices de correlación de Pearson obtenidos son estadísticamente significativos al nivel 0.01 (bilateral), y superiores a los obtenidos con el resto de los subsistemas de la memoria de trabajo.
- b) En segundo lugar, como en el caso de los otros dos subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico y agenda viso-espacial), hemos correlacionado las

puntuaciones en tareas matemáticas con las puntuaciones obtenidas en cada una de las pruebas administradas de la “Bateria de Tests de Memòria de Treball” de Pickering, Baqués y Gathercole (1999) correspondientes al ejecutivo central: Recuerdo Serial de Dígitos (inverso), Amplitud de Escuchar y Amplitud de Contar. Nuestros resultados indican que se produce una correlación significativa entre las puntuaciones de numeración y cálculo (consideradas tanto conjuntamente como por separado) y todas las pruebas de ejecutivo central administradas. En todos los casos, los índices de correlación tienden a ser también superiores que a los obtenidos en las pruebas del bucle fonológico y, sobretodo, de la agenda viso-espacial, y las correlaciones más altas se dan con las tareas de Amplitud de Contar y también Amplitud de Escuchar, lo cual nos parece lógico sobretodo en la primera de dichas pruebas si partimos de la base que se trata de una tarea dual en la que los sujetos deben contar y recordar a la vez una serie de tarjetas con distintas cantidades de puntos. Estos resultados confirman una relación muy importante entre el ejecutivo central y la actividad cognitiva que conlleva las tareas de numeración y cálculo (tanto consideradas conjuntamente como por separado), aspecto en el que existe un acuerdo unánime entre los distintos autores que han estudiado esta relación.

Algunos resultados empíricos preliminares que apoyan nuestros resultados son los de Logie et al. (1994), quienes demuestran que la actuación en el cálculo se interrumpe cuando el ejecutivo central se sobrecarga; Hitch y Towse (1995) y Towse y Hitch (1997) demuestran que el ejecutivo central está implicado en tareas numéricas y de cálculo mental, puesto que tales habilidades dependen de un sistema central de capacidad limitada. Ya más recientemente, Fürst y Hitch (2000); Gathercole y Pickering (2000a, 2000b) y McLean y Hitch (1999); entre otros, afirman también el importante papel desempeñado por este componente.

c) En tercer lugar, a pesar de que las relaciones entre el ejecutivo central y las tareas matemáticas de numeración y cálculo parece evidente, hemos analizado si el rendimiento de los sujetos en las distintas pruebas de ejecutivo central varía en función de su nivel en tareas de numeración y cálculo (bajo, medio, alto), y

viceversa. Sintéticamente, los resultados obtenidos en nuestro estudio empírico son los siguientes:

Respecto a la incidencia del nivel de numeración más cálculo, hemos obtenido diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos de nivel bajo y alto en dos de las pruebas del ejecutivo central: Amplitud de Escuchar (tanto aciertos como amplitud) y Amplitud de Contar (aciertos). En todos los casos, las diferencias encontradas apuntan en el sentido esperado, es decir, los sujetos de nivel inferior en el global de numeración más cálculo son los que obtienen peores puntuaciones en las tareas del ejecutivo central mencionadas. Respecto al nivel de numeración considerado aisladamente, los datos obtenidos indican que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos subgrupos de habilidad numérica en todas las pruebas excepto en el número de series acertadas de la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (inverso). En todos los casos, las diferencias encontradas apuntan en el sentido esperado, es decir, los sujetos de nivel inferior en numeración son los que obtienen peores puntuaciones en las tareas del ejecutivo central de la memoria de trabajo. Cuando se han analizado los niveles de cálculo de forma individual, hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas de ejecutivo central administradas excepto en la amplitud de la prueba de Amplitud de Contar.

En los análisis inversos efectuados, la tendencia es muy similar, por lo que se producen diferencias de rendimiento estadísticamente en las pruebas de numeración y cálculo (tanto conjuntamente como por separado) en función del nivel de ejecutivo central (bajo, medio, alto), lo cual reafirma la importante incidencia del ejecutivo central en todas las pruebas matemáticas administradas.

De los datos anteriores se desprende que las funciones genéricas del ejecutivo central descritas por autores como Baddeley (1996); Engle et al. (1999) o Gathercole y Pickering (2000a) son aplicables también a las tareas de cálculo. A grandes rasgos, recordamos que algunas de las funciones más importantes adscritas al ejecutivo

central son las de controlador de los dos sistemas esclavos (bucle fonológico y agenda viso-espacial) o proporcionar estrategias para el almacenaje y la recuperación de la información, entre otras.

Así, pues, después de haber analizado y discutido la intervención de los tres subsistemas de la memoria de trabajo en tareas de numeración y cálculo, podemos concluir como señalábamos al iniciar este apartado que dos de los tres subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico y sobretodo ejecutivo central) inciden de forma estadísticamente significativa en dichas tareas matemáticas.

9.3. LA INCIDENCIA DE UN PROGRAMA DE ACTIVACIÓN DE LA MEMORIA DE TRABAJO

Una vez determinado el papel desempeñado por la memoria de trabajo en tareas matemáticas de numeración y cálculo, en este apartado vamos a analizar y discutir los resultados de la segunda fase de nuestra investigación empírica, que corresponden a nuestro tercer objetivo. A grandes rasgos, recordamos que este objetivo ha consistido en determinar, en primer lugar, si la administración de un programa de activación de la memoria de trabajo durante 40 sesiones (Febrero a Junio de 2000, durante el segundo y tercer trimestre del curso escolar) a un grupo experimental respecto a un grupo control ha permitido mejorar la capacidad de este sistema de memoria, y en segundo lugar, si dicho programa ha mejorado el rendimiento en tareas de numeración y cálculo (las características específicas del programa pueden consultarse en la página 263). Este objetivo constituye la parte más novedosa de esta tesis, puesto que los trabajos revisados hasta ahora (al menos, que hayamos tenido conocimiento hasta inicios del 2001) no contemplan el diseño de programas de intervención específicos que sirvan para mejorar la capacidad de la memoria de trabajo, sino que su objeto, como hemos visto, consiste en diagnosticar el papel ejercido por la memoria de trabajo en tareas matemáticas de numeración y cálculo desde una perspectiva de simple relación funcional.

En relación al primero de los dos aspectos mencionados, la incidencia del programa de activación en la capacidad de la memoria de trabajo, vamos a analizar y

discutir separadamente el comportamiento observado en cada uno de sus subsistemas:

Respecto al bucle fonológico, los resultados obtenidos en nuestra investigación permiten destacar los siguientes aspectos:

- a) En primer lugar, al comparar los incrementos de puntuación de los grupos experimental y control en todas las pruebas de bucle fonológico administradas: Recuerdo Serial de Dígitos, Recuerdo Serial de Palabras y Repetición de Pseudopalabras, tanto los sujetos del grupo experimental como los del grupo control incrementan sus puntuaciones de forma generalizada en la segunda fase, excepto en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos (directo), donde los sujetos del grupo control tienen una media negativa en relación al número de aciertos. A nuestro entender, estos incrementos eran esperables dado que los niños están en una fase de maduración, aunque tales incrementos podrían haber sido muy bajos o incluso inexistentes, dado que sólo han pasado 6 meses entre ambas mediciones (primera fase y segunda fase). Sin embargo, el aspecto más destacable es que los sujetos del grupo experimental mejoran mucho más su rendimiento en las pruebas de bucle fonológico administradas, hecho que queda corroborado al obtener diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control en todas las pruebas administradas.

- b) En segundo lugar, después de obtener un dato genérico sobre la incidencia del programa en el rendimiento del bucle fonológico, hemos analizado si dicho programa incide de forma distinta en los niños en función de su nivel inicial de bucle fonológico (bajo, medio, alto) en la primera fase. Hemos hallado un efecto muy claro del nivel inicial de bucle fonológico en los sujetos del grupo experimental, puesto que se produce una relación inversamente proporcional entre el nivel de rendimiento del bucle fonológico en la primera fase y el incremento de puntuación en las distintas pruebas de este subsistema administradas en la segunda fase, es decir, los sujetos experimentales que más incrementan su puntuación son aquellos que tenían de antemano un nivel inicial

inferior de bucle fonológico, aunque en el caso de la prueba de Recuerdo Serial de Palabras las diferencias no son estadísticamente significativas.

Desde nuestro punto de vista, aunque no disponemos de literatura que permita contrastar nuestros resultados, este efecto se podría interpretar a partir del hecho que los niños de nivel inicial alto en realidad ya tenían un buen nivel antes de someterse al programa de activación y, por lo tanto les cuesta más aumentar; sin embargo, los sujetos de nivel inicial bajo sí que realmente disponían de un margen de aumento considerable, por lo que el programa ha causado su efecto. En el grupo control, en cambio, los incrementos de puntuación son inferiores que en el grupo experimental en todas las pruebas, y no se producen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles iniciales de bucle (bajo, medio, alto) excepto en la prueba de Recuerdo Serial de Palabras (aciertos) y el Test de Pseudopalabras.

c) En tercer lugar, el análisis cualitativo realizado constata que respecto al bucle fonológico se produce un comportamiento distinto evidente entre los sujetos del grupo experimental y control en todas las pruebas, en el sentido que la mayor parte de sujetos sometidos al programa suben o mantienen la puntuación obtenida en la primera fase, mientras que en los sujetos del grupo control es mucho menor el número de niños que incrementan, y la mayoría mantienen o incluso bajan la puntuación.

De modo general, pues, a partir de los resultados tanto cuantitativos como cualitativos obtenidos, podemos concluir que el programa administrado incrementa el nivel de rendimiento en tareas de bucle fonológico.

Respecto a la agenda viso-espacial, a pesar de que el programa de activación no ha incluido tareas específicas de este subsistema, en nuestro estudio hemos obtenido los siguientes resultados:

a) En las tareas relacionadas con la agenda viso-espacial de la memoria de trabajo: Test de Matrices, Memoria Visual Figurativa y Test Katakana de Búsqueda

Visual, de nuevo tanto el grupo control como el experimental aumentan las puntuaciones en relación a la primera fase. Una posible explicación a estos incrementos es, igual que para las tareas de bucle fonológico, que los niños están en una fase de maduración que les permite ir mejorando progresivamente su habilidad y destreza en cualquier tarea cognitiva adecuada a su edad. Sin embargo, el resultado más interesante a nuestro entender es que, a pesar de que el programa no contemplaba la activación de este componente (por lo menos de forma consciente e intencionada), los sujetos del grupo experimental han obtenido incrementos superiores (estadísticamente significativos) en relación al grupo control en dos de las tres pruebas administradas (Test de Matrices y Test de Memoria Visual Figurativa). En las pruebas visuales complementarias administradas (Test de Memoria MY y Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja) las diferencias entre el grupo control y el experimental no son estadísticamente significativas.

Una explicación plausible del efecto que ha producido el programa en las tareas de la agenda viso-espacial se podría encontrar en el hecho que, aunque el programa de activación no contemplaba la activación explícita e intencionada del componente visual de la memoria de trabajo (dados los resultados de la primera), algunas de las actividades que formaban parte de este programa tenían un componente visual-espacial bastante importante (sobretudo las tareas de tipo lúdico-manipulativo: Recuerdo Serial de Dígitos con las Regletas Cabirol o con números grandes de colores y los “Memorys” de cantidades (frutas, lápices y tijeras y granja).

b) En segundo lugar, al comparar los incrementos de los sujetos de los grupos experimental y control en las distintas tareas de agenda viso-espacial en base a su nivel inicial de este componente en la primera fase (bajo, medio, alto), hemos hallado de nuevo el efecto del nivel inicial de agenda viso-espacial tanto en el grupo experimental como en el control, puesto que nuestros resultados indican que a medida que aumenta el nivel inicial de agenda viso-espacial tiende a disminuir el incremento de puntuación en las pruebas de agenda viso-espacial en la segunda fase, es decir, los sujetos con un nivel inicial de agenda alto son los

que obtienen unos incrementos más reducidos en la segunda fase, y viceversa. Este comportamiento se repite en todas las pruebas de agenda viso-espacial administradas, aunque únicamente está corroborado por diferencias estadísticamente significativas en el del Test de Memoria Visual Figurativa en el grupo experimental y en el Test Katakana de Búsqueda Visual en el grupo control. De todas formas, aunque los incrementos de puntuación entre el grupo experimental y el grupo control son bastante similares, son favorables al grupo experimental.

En el resto de pruebas visuales administradas, se producen diferencias estadísticamente significativas según el nivel de agenda viso-espacial en el Test de Memoria MY, tanto en el grupo experimental como en el control, y en el Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja, en el caso del grupo experimental.

- c) En el análisis cualitativo no se observan diferencias destacables entre el comportamiento individual de los sujetos de los grupos experimental y control en las pruebas visuales. Todos ellos tienden a mantener iguales y sobretodo a incrementar sus puntuaciones respecto la primera fase, lo cual puede atribuirse a un efecto de la propia maduración puesto que este subsistema no ha sido entrenado de forma específica en el programa.

De modo general, pues, a partir de los resultados tanto cuantitativos como cualitativos obtenidos, podemos concluir que el programa administrado, aunque no ha activado directamente este subsistema, tiende a incrementar el nivel de rendimiento en tareas de agenda viso-espacial, aunque el comportamiento no es tan claro como en el caso del bucle fonológico.

Finalmente, respecto a la incidencia del programa de activación en el ejecutivo central, en la segunda fase de nuestra investigación empírica hemos obtenido los siguientes resultados:

- a) Respecto a la comparación del incremento de puntuación entre la segunda fase y la primera fase en las distintas pruebas de ejecutivo central administradas: Recuerdo Serial de Dígitos (inverso), Amplitud de Escuchar y Amplitud de Contar, observamos que tanto los niños del grupo experimental como los del grupo control tienden a mejorar sus puntuaciones (excepto en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos inverso, en la que los sujetos del grupo control obtienen peor puntuación media en la segunda fase que en la primera puesto que el resultado es negativo); sin embargo, los sujetos del grupo experimental obtienen incrementos superiores (estadísticamente significativos) que el grupo control en todas las pruebas de ejecutivo central.
- b) Los resultados relativos a las diferencias entre los sujetos del grupo experimental en base a su nivel de rendimiento en tareas de ejecutivo central indica que en todas las pruebas administradas, los sujetos de menor nivel inicial de ejecutivo central son de nuevo los que más incrementan su puntuación en la segunda fase. En todos los casos las diferencias son estadísticamente significativas con respecto a los sujetos de nivel alto de ejecutivo central, excepto en la amplitud de la prueba de Amplitud de Escuchar. Respecto al grupo control, se observa que los incrementos son inferiores en todas las pruebas. Además, no está claro que el grupo de menor nivel inicial de ejecutivo sea el que aumente más sus puntuaciones, y no se obtienen diferencias estadísticamente significativas en prácticamente ninguna de las pruebas, salvo en Amplitud de Escuchar.
- c) Finalmente, el análisis cualitativo indica que prácticamente todos los sujetos del grupo experimental incrementan su puntuación en las pruebas de ejecutivo central en la segunda fase respecto a la primera fase. Respecto al grupo control, el comportamiento más habitual consiste en mantener o incluso disminuir sus puntuaciones.

De modo general, pues, a partir de los resultados tanto cuantitativos como cualitativos obtenidos, podemos concluir que el programa administrado incrementa el nivel de rendimiento en tareas de ejecutivo central.

Sintéticamente, y a modo de conclusión, los principales hallazgos relativos al efecto que un programa de activación de la memoria de trabajo ejerce sobre la propia memoria de trabajo de los sujetos son los siguientes:

- Los sujetos de 7-8 años de nuestra muestra tienden a mejorar sus puntuaciones en tareas de memoria de trabajo después de un periodo de tiempo aproximado de seis meses, que es el tiempo que transcurre entre la primera fase y la recogida de datos de la segunda fase.
- El programa de activación de la memoria de trabajo ejerce un claro efecto en el rendimiento del bucle fonológico y sobretodo del ejecutivo central, puesto que los sujetos del grupo experimental sometidos a este programa han obtenido puntuaciones superiores estadísticamente significativas respecto al grupo control en las pruebas administradas.
- El programa ha conseguido aumentar las puntuaciones de los tres subsistemas de la memoria de trabajo, aunque los incrementos son superiores en tareas de bucle fonológico y ejecutivo central (que son los subsistemas que hemos intentado activar).
- El programa de activación de la memoria de trabajo resulta más efectivo en niños que parten de un nivel más bajo de memoria de trabajo, aunque los niños del grupo experimental aumentan sus puntuaciones sea cual sea su nivel.
- Finalmente, a partir del análisis cualitativo realizado, se confirma que prácticamente todos los sujetos del grupo experimental tienden a aumentar las puntuaciones en todas las pruebas de memoria de trabajo, mientras que en los sujetos del grupo control, aunque no se puede generalizar, es mucho menor el número de sujetos que incrementan, y se tiende a mantener o incluso a disminuir las puntuaciones.

Después de haber verificado que el programa de activación de la memoria de trabajo administrado permite mejorar el rendimiento específico del bucle fonológico, del ejecutivo central y también de algunas pruebas visuales de la memoria de trabajo, a continuación discutimos los resultados relativos a los efectos que el programa de activación ha tenido en tareas matemáticas de numeración y cálculo (consideradas conjuntamente y por separado), tomando como punto de partida los resultados de otros trabajos ya mencionados como el de Hitch et al. (1987) o Wenger y Carlson (1996), quienes indican de modo genérico que el incremento de la eficacia de la memoria de trabajo produce beneficios en la ejecución de tareas aritméticas, aunque en sus estudios no llevan a cabo programas de intervención específicos.

Los resultados que hemos obtenido en nuestro estudio son los siguientes:

- a) Al comparar el incremento de puntuación de la segunda fase respecto la primera, los sujetos del grupo experimental obtienen una media estadísticamente superior que los del grupo control en las tareas matemáticas de numeración y cálculo administradas, tanto al ser consideradas conjuntamente como por separado.
- b) En segundo lugar, al analizar el posible efecto que el programa ha ejercido en función del nivel inicial de numeración y cálculo (bajo, medio, alto) en la primera fase, hemos hallado que tanto en los sujetos del grupo experimental como en los del grupo control se produce de nuevo una relación inversamente proporcional entre el nivel de numeración y cálculo inicial y el incremento de puntuación en la segunda fase, es decir, los sujetos de nivel inicial bajo son los que obtienen un mayor incremento, y viceversa. De todas formas, aunque tanto en el grupo experimental como en el control se produzcan diferencias estadísticamente significativas entre los niños de nivel inicial bajo y el alto, el resultado más representativo para nuestro estudio es que los incrementos del grupo experimental son siempre superiores que los del grupo control, tendencia que se repite tanto al considerar las tareas matemáticas de numeración y cálculo

tanto conjuntamente como de forma individual, lo cual confirma la incidencia del programa de activación dichas tareas.

- c) También hemos efectuado un análisis cualitativo con el objeto de apreciar si a nivel individual todos los sujetos incrementan sus puntuaciones en tareas matemáticas de numeración y cálculo en la segunda fase respecto a la primera fase. En este análisis, tal como hemos indicado en la exposición de resultados, hemos comprobado que todos los sujetos que constituyen la muestra de la segunda fase, independientemente de si pertenecen al grupo experimental o al control, aumentan sus puntuaciones en tareas matemáticas de numeración y cálculo, lo cual es absolutamente lógico, sino tendríamos que cuestionarnos la incidencia de la labor educativa. Así, pues, lo realmente importante en este caso es que los niños que han sido sometidos al programa de activación obtienen unos incrementos superiores y corroborados por una significación estadística. A modo de síntesis, pues, estos datos permiten concluir que a pesar de que todos los sujetos, tanto los del grupo experimental como los del grupo control, han estado sometidos a las tareas escolares habituales, el programa de activación de la memoria de trabajo ha permitido mejorar sustancialmente el rendimiento de los sujetos del grupo experimental en tareas de numeración y cálculo (tanto al ser consideradas de forma conjunta como de forma individual), respecto al grupo control.

Desde nuestro punto de vista estos resultados pueden interpretarse en el sentido que los sujetos con peor disponibilidad inicial para utilizar los recursos de la memoria de trabajo son los que mediante un programa de entrenamiento han podido incrementar más tal disponibilidad, puesto que había mucho a recuperar; en cambio, los sujetos que ya partían de un nivel inicial alto han tenido un incremento inferior dado que ya disponían de un fácil acceso a los recursos de la memoria de trabajo. Dicho de otra forma, los sujetos con unos rendimientos iniciales inferiores mejorarían su velocidad de procesamiento, evitando de esta forma que los elementos se desvanezcan antes de que la cantidad añadida o extraída y la respuesta puedan asociarse en la memoria a largo plazo. Debemos recordar que, en sintonía con

nuestros resultados, muchos de los trabajos que analizan el papel de la memoria de trabajo y/o de sus distintos subsistemas en el cálculo, parten de la base que los sujetos con mayores dificultades aritméticas (equivalente a nuestro subgrupo de nivel inferior) presentan unos escasos recursos de memoria de trabajo, que sintetizan en varios puntos: escaso uso de estrategias (Geary y Burlingham-Dubreee, 1989; Geary, 1990; Geary et al., 1991 o Geary y Brown, 1991); dificultades de recuperación en la memoria a largo plazo (Ashcraft y Battaglia, 1978; Widaman et al., 1986; Zbrodoff y Logan, 1990); baja capacidad de una memoria especializada para operaciones aritméticas (Siegel y Ryan, 1989); funcionamiento anómalo de la memoria fonológica (Fazzio, 1994, 1996, 1998, 1999; Geary et al., 1993); lentitud en la repetición subvocal, baja velocidad de procesamiento o tiempos de respuesta superiores (Lemaire et al., 1996; Zbrodoff, 1995); etc. Sin embargo, como hemos destacado anteriormente, la diferencia entre estos trabajos preliminares y el nuestro consiste en que en su caso únicamente realizan una labor diagnóstica, es decir, determinan las posibles causas que conllevan las dificultades de ejecución, pero en general no aportan datos a nivel de intervención, por lo que consideramos que con nuestro trabajo aportamos una primera aproximación a las pautas de intervención con un programa que se muestra capaz de incrementar tanto el propio rendimiento de la memoria de trabajo como el rendimiento en tareas de cálculo. Para terminar, quizás convendría resaltar que el programa ha resultado efectivo en tal sólo 40 sesiones, y que cabe esperar que un periodo de administración más largo (por ejemplo, desde los inicios de la etapa de Educación Primaria) podría resultar más beneficioso. Es, pues, un análisis que queda abierto a una posterior verificación. Lo que nuestra tesis ha dejado patente es que la memoria de trabajo y la realización de tareas de cálculo en los primeros años de escolarización están relacionadas, y que la activación de la memoria de trabajo permite incrementar sus recursos, pero además el rendimiento en tareas de cálculo.

10. CONCLUSIONES GENERALES Y PROPUESTAS DIDÁCTICAS EN EL MARCO ESCOLAR

El estudio que hemos presentado en esta tesis doctoral, como hemos indicado, surge de la necesidad de determinar la relación entre la memoria de trabajo y el aprendizaje y/o la ejecución de tareas de cálculo en las primeras edades de escolarización, ya que a nuestro entender existía hasta el momento una descompensación en las investigaciones que han vinculado este sistema de memoria con los dos aprendizajes instrumentales por excelencia: la lectura y el cálculo. En esta línea, algunos autores como por ejemplo Jordan (1995) o Silver et al. (1999), entre otros, indican que el estudio de las implicaciones de la memoria de trabajo en la lectura ha suscitado hasta el momento mayor interés que la incidencia de este sistema de memoria en el cálculo.

Junto con el desequilibrio empírico anterior, y el consiguiente vacío de investigaciones sobre memoria de trabajo y cálculo, otra razón que suscita la necesidad de analizar la incidencia de la memoria en el cálculo de forma exhaustiva y rigurosa subyace en el hecho que, aunque desde el trabajo pionero de Hitch (1978) se ha incrementado considerablemente el volumen de publicaciones en esta línea (Adams y Hitch, 1997; Brainerd y Reyna, 1988; Bull y Johnston, 1997; Fürst y Hitch, 2000; Gathercole y Pickering, 2000a, 2000b; Geary y Widaman, 1987; Geary et al, 1999; Hitch et al., 1989; Hitch y McAuley, 1991; Hutton et al., 1997; Jurden, 1995; Lemaire et al., 1996; Logie y Baddeley, 1987; Logie et al., 1994; McLean y Hitch, 1999; Towse y Hitch, 1995, 1997; entre otros), aportando distintos datos al respecto, la revisión bibliográfica realizada nos ha permitido verificar que en algunos casos estos resultados son contradictorios. A nuestro entender, ello es debido a que existe una gran heterogeneidad en distintos aspectos empíricos entre los que destacan el tipo de pruebas utilizadas; el control del grado de fiabilidad y validez de estas pruebas; el tipo de diseño utilizado (uso exclusivo de pruebas de cálculo; uso de pruebas de un único componente de la memoria de trabajo; uso de pruebas de cálculo y de memoria de trabajo, etc.). Esta disparidad de planteamientos empíricos constituye el segundo factor que nos ha inducido a plantear una investigación científica que contemple un abanico suficientemente amplio de pruebas de los tres subsistemas de memoria de trabajo, junto

con distintas pruebas matemáticas de numeración y cálculo de las que se ha controlado previamente su validez tanto interna como externa.

Un tercer argumento fundamental que nos ha llevado a plantear nuestra investigación, y que seguramente ha dado lugar a la parte más novedosa de todo nuestro trabajo, se basa en el vacío de estudios que desde la psicología de la memoria tratan de analizar la incidencia de la memoria de trabajo en el cálculo a partir de un diseño mixto, que contemple cronológicamente una primera fase de recogida de datos y una segunda fase que tenga por objeto la activación de la memoria de trabajo mediante un programa de activación, y una posterior recogida de datos para analizar la incidencia de esta intervención.

Una vez expuestas las tres razones fundamentales que nos han llevado a diseñar nuestra investigación empírica, a continuación y ya para terminar vamos a exponer a modo de síntesis unas conclusiones finales que conecten los principales resultados de nuestra investigación empírica con las aportaciones teóricas preliminares que se han efectuado en relación al papel que ejerce la memoria de trabajo en el rendimiento en tareas matemáticas de numeración y cálculo en los inicios de su aprendizaje, con el deseo explícito que comporten tanto nuevas investigaciones como reflexiones teóricas en un futuro cercano.

Tomando como punto de partida nuestros objetivos, nuestros resultados han permitido llegar a las siguientes conclusiones en relación al primer objetivo, que consistía en determinar la incidencia de la memoria de trabajo en la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo:

- La relación entre rendimiento aritmético y disponibilidad de recursos de la memoria de trabajo es una relación importante y consistente. Este vínculo entre ambas tareas cognitivas permite demostrar que los sujetos que tienen baja capacidad o disponibilidad en la memoria de trabajo pueden tener menos habilidad en su rendimiento en tareas de numeración y cálculo.
- Esta misma relación se produce también cuando se analizan separadamente

tareas de numeración y tareas de cálculo, que están estrechamente relacionadas en el sentido unidireccional que difícilmente pueden realizarse correctamente tareas de cálculo sin tener un conocimiento de la numeración.

En relación al segundo de nuestros objetivos, cuya meta era determinar la incidencia de los distintos subsistemas de la memoria de trabajo (bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central) en la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo aritmético, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Los subsistemas de la memoria de trabajo más relacionados o que parecen incidir de forma más significativa en el rendimiento en numeración y cálculo son el bucle fonológico y, sobretodo el ejecutivo central, en el sentido que un acceso lento de los sujetos a los recursos de estos dos subsistemas conllevan déficits específicos en tareas de numeración y cálculo.

Para terminar, respecto a nuestro tercer objetivo, basado en determinar el efecto de un programa de activación de la memoria de trabajo, nos permiten plantear las siguientes conclusiones:

- El programa de activación de la memoria de trabajo administrado ejerce un efecto en el rendimiento en todos los subsistemas de la memoria de trabajo (enfaticando sobretodo su repercusión en el ejecutivo central), puesto que todos los sujetos del grupo experimental sometidos a este programa han obtenido incrementos superiores estadísticamente significativas respecto al grupo control en las pruebas administradas.
- Prácticamente todos los sujetos del grupo experimental tienden a aumentar las puntuaciones en todas las pruebas de memoria de trabajo, mientras que en los sujetos del grupo control, aunque no se puede generalizar, un escaso número de sujetos incrementan, y la tendencia mayoritaria consiste en mantener (e incluso disminuir) sus puntuaciones.

- El programa de activación administrado a los sujetos del grupo experimental permite asimismo mejorar de forma significativa la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo, con lo que podemos afirmar de una forma clara la existencia de una relación entre memoria de trabajo y tareas matemáticas de numeración y cálculo, puesto que una mejor ejecución de memoria de trabajo conlleva una mayor habilidad o rendimiento aritmético.

Respecto a la primera conclusión los resultados son suficientemente claros y corroboran los obtenidos en todos los estudios precedentes que han estudiado el papel que ejerce la memoria de trabajo en el rendimiento aritmético (Bull et al., 1999; Hitch, 1978; Gathercole y Pickering, 2000a, 2000b; Geary et al., 1999; entre otros). Dicho de otra forma, no hemos encontrado ningún estudio en nuestra revisión que no ponga de manifiesto la relación que se establece entre ambas actividades cognitivas.

Por otro lado, respecto a la primera conclusión, a partir de las bases establecidas en estudios precedentes que provienen del campo de las dificultades de aprendizaje (Geary y Burlingham-Dubree, 1989; Geary, 1990; Geary y Brown, 1991; Hitch y McAuley, 1991; McLean y Hitch, 1999; Siegel y Ryan, 1989; entre otros), hemos categorizado a los sujetos experimentales en tres niveles (bajo, medio y alto) según su nivel aritmético, y hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en tareas de memoria de trabajo entre los grupos de nivel bajo y alto, a favor de los segundos. Ello nos ha llevado a concluir que los sujetos con baja capacidad aritmética son los que presentan menos recursos de memoria de trabajo. Además nuestro análisis en sentido inverso nos reafirma la relación, puesto que los sujetos con baja capacidad de memoria de trabajo, también son los que tienen peores resultados en tareas matemáticas, lo cual nos permite dejar nuevamente clara la relación entre memoria de trabajo y cálculo, al poner de manifiesto que los que peor ejecutan una de las tareas también tienen peor rendimiento en la otra.

Sobre la segunda de nuestras conclusiones, relativa a la relación que se

produce entre memoria de trabajo y las tareas de numeración y cálculo analizadas separadamente, los resultados apuntan que ambas tareas son influenciadas por la memoria de trabajo. A pesar de que algunos estudios, como por ejemplo el de Gathercole y Adams (1994) no encuentran relación entre una prueba de Recuerdo Serial de Dígitos y el rendimiento en cálculo, el resto de estudios apuntan en la línea que efectivamente tanto las tareas de numeración como las de cálculo se ven afectadas por el rendimiento de la memoria de trabajo.

Llegados a este punto debemos hacer algunas consideraciones: por un lado, todos los trabajos revisados que analizan el papel de la memoria de trabajo en el rendimiento aritmético, acostumbran a partir de muestras de sujetos categorizados en buenos y malos ejecutores aritméticos, más que buenos y malos ejecutores en tareas de memoria de trabajo. Aunque es la línea de investigación más habitual y la relación que se establece en estos trabajos nos parece suficientemente clara, creemos que puede resultar interesante efectuar el análisis en ambas direcciones para reafirmar resultados. En nuestro caso, al efectuar el análisis inverso (sujetos categorizados en función de su nivel de memoria de trabajo) los resultados confirman que se producen también diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en tareas matemáticas de numeración y cálculo entre los sujetos de nivel bajo y alto en tareas de memoria de trabajo, lo cual nos permite fortalecer los vínculos que se establecen entre ambas tareas cognitivas.

La tercera de nuestras conclusiones indica que los subsistemas de la memoria de trabajo más relacionados o que parecen incidir de forma más significativa en el rendimiento aritmético son el bucle fonológico y, sobretodo el ejecutivo central, en el sentido que un débil acceso de los sujetos a los recursos de estos dos subsistemas conllevan déficits específicos en tareas de numeración y cálculo.

A pesar de que la mayor parte de trabajos destacan el papel del bucle fonológico y/o del ejecutivo central, apoyando nuestros resultados, algunos estudios destacan también el papel primordial de la agenda viso-espacial. Algunas posibles causas se encuentran, a nuestro entender, en el tipo de muestra, y sobretodo en el

tipo de material utilizado y el tipo de diseño, como hemos visto en nuestra revisión de trabajos sobre memoria de trabajo y cálculo, por lo que es necesario acotar los términos en este sentido si realmente se quiere llegar a datos definitivos.

En nuestros resultados específicos, hemos encontrado que existe una correlación significativa entre las puntuaciones de tareas matemáticas y distintas tareas del bucle fonológico, poniendo especial énfasis en la prueba de Recuerdo Serial de Dígitos, aspecto con el que coincidimos con la mayor parte de estudios preliminares mencionados que han utilizado esta tarea. Además, nuestros resultados reafirman también que el hecho de tener un determinado nivel en tareas de numeración y cálculo (bajo, medio, alto) incide en el rendimiento del bucle fonológico, de acuerdo con estudios precedentes que, partiendo sobretodo de muestras de sujetos con dificultades de aprendizaje, parten de diseños que dividen la muestra en buenos y malos ejecutores (Geary, 1993; Hitch y McAuley, 1991 y Siegel y Ryan, 1989; entre otros).

A pesar de la coincidencia mayoritaria de resultados, algunos trabajos discrepan de estos resultados. Así, por ejemplo, Gathercole y Pickering (2000a) indican que el rendimiento de este subsistema parece estar relacionado exclusivamente con el conocimiento de vocabulario. También McLean y Hitch (1999), en un estudio realizado con una muestra de niños de 9 años con dificultades aritméticas, encuentran que los sujetos con baja habilidad aritmética tienen un nivel normal de bucle fonológico. Aunque se hace difícil explicar estas contradicciones al partir de muestras de edades similares (niños entre 6 y 8 años), algunas explicaciones plausibles podrían encontrarse en el tipo de tarea matemática utilizada, como hemos indicado: en nuestro caso, hemos utilizado exclusivamente tareas de numeración y cálculo (sumas y restas); en el caso de McLean y Hitch (1999), han utilizado una tarea de ítems desaparecidos ($2+3=4+?=?$); y en el caso de Gathercole y Pickering (2000a), han partido de los estándares del currículum de matemáticas del Reino Unido, que incluye una gama mucho mayor de tareas matemáticas no exclusivamente aritméticas.

Respecto a la agenda viso-espacial, en nuestros resultados hemos constatado que no se producen diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las pruebas administradas. Por un lado, estos datos confirman, desde una perspectiva genérica, que el componente visual de la memoria de trabajo tiene un comportamiento distinto que los otros dos subsistemas, de acuerdo con Oberauer et al. (2000). Por otro lado, desde un punto de vista aplicado, nuestros resultados reafirman la escasa incidencia de la memoria visual en la ejecución de tareas aritméticas, de acuerdo con trabajos precedentes como el ya mencionado de Geary et al. (1999) que destaca únicamente el papel del bucle fonológico junto con el ejecutivo central en la realización de tareas aritméticas, o bien el de Logie (1994), que sugiere que aunque está muy claro el papel del bucle fonológico en el cálculo, no está tan claro que intervenga la agenda viso-espacial, aunque tradicionalmente diversos autores hayan apuntado el rol que ejercen las imágenes visuales en el aprendizaje de material verbal (Fraisse, 1970; Gelzheiser, 1984; Paivio, 1971; Paivio y Csapo, 1973; entre otros). Algunos trabajos como el de Gonzales y Kolars (1982); Hayes (1973) o Heathcote (1994) discrepan de los nuestros al apuntar la incidencia de la memoria de trabajo visual en el rendimiento en tareas numéricas en función de las características externas de los sistemas numéricos (cifras árabes frente a romanas), el uso de la imagen como estrategia de recuerdo o bien la disposición de operaciones en columnas, pero se trata de resultados poco confirmados por otros estudios. Otros trabajos muy recientes, como los de Gathercole y Pickering (2000a, 2000b); McLean y Hitch (1999) o Robinson et al. (1996) llegan a conclusiones también distintas a las obtenidas en nuestra investigación, es decir, en su caso los sujetos con peor rendimiento aritmético son aquellos que presentan más déficits en el componente espacial de la memoria de trabajo. Uno de los factores más importantes que determinan estos resultados contradictorios, a nuestro entender, se encuentra en el tipo de tareas matemáticas utilizadas. Como ya hemos discutido, parece claro que niveles más elevados de tareas matemáticas puedan requerir el componente visual.

Finalmente, en relación al ejecutivo central, todos los trabajos revisados (Gathercole y Pickering, 2000b; Geary et al, 1999; Hitch y Towse , 1995; Lemaire et

al., 1996; Logie et al., 1994; Mclean y Hitch, 1999; entre otros), llegan a la misma conclusión que en nuestro caso e inciden en el importante peso que ejerce este componente en tareas de numeración y cálculo.

La cuarta conclusión apuntada en este apartado se refiere a la incidencia que el programa de activación de la memoria de trabajo administrado ha ejercido en el rendimiento del bucle fonológico y sobretodo del ejecutivo central de la memoria de trabajo, puesto que todos los sujetos del grupo experimental (N=25) sometidos a este programa han obtenido incrementos superiores estadísticamente significativas respecto al grupo control (N=25) en las pruebas administradas. Debemos destacar que antes de iniciar la aplicación del programa de activación, se controlaron distintos parámetros susceptibles de distorsionar los resultados y se consiguieron dos grupos homogéneos respecto a las medias en las tareas de numeración, cálculo y memoria de trabajo, así como en el cociente de inteligencia, por lo que ambos grupos no diferían estadísticamente en estos parámetros antes de iniciar el estudio.

Por otro lado, apuntamos que el programa ha conseguido aumentar las puntuaciones de los tres subsistemas de la memoria de trabajo, aunque lógicamente los incrementos son superiores en los subsistemas entrenados: bucle fonológico y ejecutivo central. Estos datos, a nuestro entender, tienen importantes repercusiones ya que permiten confirmar el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974) o su reformulación posterior (Baddeley, 1986), en el sentido que efectivamente el bucle fonológico y la agenda viso-espacial son dos sistemas esclavos interrelacionados que dependen del ejecutivo central, pero ¿por qué podemos confirmar este modelo a partir de la conclusión expuesta?. Según nuestra opinión, por un lado, consideramos que al haber entrenado de forma explícita el ejecutivo central ha permitido aumentar también la capacidad de la agenda viso-espacial, pero de forma paralela, la mejora del bucle fonológico también puede haber influido en la mejora de dicho componente visual, e incluso es posible que un entrenamiento de memoria produzca a la vez un incremento de la habilidad general -metamemoria- para enfrentarse a tareas de memoria en general.

La penúltima de nuestras conclusiones incide en el hecho de que mientras todos los sujetos del grupo experimental tienden a aumentar las puntuaciones en todas las pruebas de memoria de trabajo, los sujetos del grupo control, aunque no se puede generalizar, tienden a mantener o incluso descender ligeramente las puntuaciones. Este dato tiene claras repercusiones puesto que pone de manifiesto que existe la posibilidad de mejorar este sistema de memoria.

Finalmente, la sexta y última de nuestras conclusiones indica que el programa de activación administrado a los sujetos del grupo experimental permite mejorar de forma significativa la habilidad numérica y el rendimiento en cálculo en relación al grupo control. En nuestros resultados, además, se produce una relación inversamente proporcional entre el incremento en cálculo y el nivel aritmético al que pertenece cada sujeto: como ocurría en el caso de la memoria de trabajo, los sujetos de nivel bajo en cálculo son los que obtienen un incremento superior y los de nivel alto los que obtienen un incremento inferior. Así, pues, pensamos que el hecho de haber potenciado especialmente la memoria de trabajo de aquellos niños con menos recursos ha permitido que en un futuro inmediato puedan afrontar con más éxito tareas cognitivas como el cálculo o la lectura, por lo que este aspecto puede frenar y/o evitar su posible fracaso escolar.

Desde nuestro punto de vista estos resultados pueden interpretarse, como hemos indicado anteriormente, en el sentido que los sujetos con peor disponibilidad inicial para utilizar los recursos de la memoria de trabajo son los que mediante un programa de entrenamiento han podido incrementar más tal disponibilidad, puesto que había mucho a recuperar, y en consecuencia son los que han aumentado más su puntuación en tareas de cálculo; en cambio, los sujetos que ya partían de un nivel inicial alto han tenido un incremento inferior en cálculo dado que ya disponían de un fácil acceso a los recursos de la memoria de trabajo. Así, los sujetos con unos rendimientos iniciales inferiores mejorarían su velocidad de procesamiento, evitando de esta forma que los elementos se desvanezcan antes de que la cantidad añadida o extraída y la respuesta puedan asociarse en la memoria a largo plazo.

A partir de las siete conclusiones generales anteriores vamos a detallar a continuación algunos objetivos didácticos encaminados a mejorar la adquisición de contenidos aritméticos elementales por parte de los niños y niñas de las primeras edades de escolarización. Desde nuestro punto de vista, estos objetivos deberían ser contemplados en la medida de lo posible en el currículum oficial, o en su defecto, en la programación de clase.

- Garantizar que en la etapa previa a la escolarización obligatoria (en educación infantil: 0-6 años) los niños y niñas realicen múltiples actividades auditivas (orales) y/o lúdico-manipulativas (experimentación y juego) encaminadas a interiorizar progresivamente la noción de número. Estas actividades deberían contemplar los aspectos siguientes, de acuerdo con Canals, M^a.A. (1992, 2000):
 - Identificar, definir o reconocer cantidades.
 - Relacionar cantidades: comparar, clasificar, ordenar, etc.
 - Operar cantidades.

- Fomentar la realización sistemática de actividades dentro del horario escolar que aumenten la disponibilidad de recursos del bucle fonológico y sobretodo del ejecutivo central de la memoria de trabajo. Estas actividades deberían utilizar sobretodo dígitos o otros materiales numéricos como material de soporte, y deberían contemplar el procesamiento y el almacenamiento de los siguientes aspectos:

* En relación al bucle fonológico:

- Información auditiva a través de actividades como el recuerdo serial de dígitos; el recuerdo serial de palabras; etc.
- Información lúdico-manipulativa a través de actividades como el recuerdo serial de dígitos a través de regletas, con números grandes de colores, con la "Máquina de añadir y quitar"; etc.
- Información escrita a través de actividades como el recuerdo serial de dígitos; el recuerdo serial de palabras; la asociación numérica (a cada

dibujo el número que le corresponde)

* En relación al ejecutivo central:

- Información auditiva a través de actividades como el recuerdo serial de dígitos inverso; el recuerdo serial de palabras inverso; etc.
 - Información lúdico-manipulativa a través de actividades como el recuerdo serial de dígitos inverso a través de regletas, con números grandes de colores, con la "Máquina de añadir y quitar"; etc.
 - Información escrita a través de actividades como el recuerdo serial de dígito inverso; el recuerdo serial de palabras inverso; la amplitud de contar; el recuerdo simultáneo de distintas grupos de cantidades; la amplitud de lectura de palabras; etc.
-
- Seleccionar las actividades de contenido aritmético como las actividades de potenciación de la memoria en función de la capacidad de los niños y niñas que se inician en un nuevo aprendizaje, partiendo de la capacidad limitada de la memoria de trabajo.
 - Contextualizar siempre que sea posible tanto las actividades de contenido aritmético como las actividades de potenciación de la memoria en el entorno inmediato de los niños y niñas, para garantizar la significatividad de los aprendizajes.
 - Favorecer el cambio progresivo de estrategias de cálculo por estrategias de memoria, de manera que se automaticen cuánto antes los procesos más básicos de cálculo (reconocimiento de números, relación cantidad-número) para que puedan dedicar el máximo de recursos cognitivos al auténtico objetivo del cálculo que es la comprensión (recuperación correcta de respuestas).
 - Fomentar el procesamiento semántico, en profundidad, del material numérico: qué significa 3; qué significa 5; qué significa añadir 3+5.

- Potenciar la metamemoria, es decir, que progresivamente vayan adquiriendo conciencia de la propia capacidad de memorización de contenidos de tipo aritmético.
- Destacar la intervención del maestro frente al uso de recursos tecnológicos como el ordenador sobretudo en el caso de alumnos con dificultades de aprendizaje, puesto que estudios preliminares (McCollister et al., 1986) indican que los alumnos con dificultades aritméticas prefieren la instrucción que proviene del maestro ante la que proviene del ordenador.

Con este conjunto de sugerencias y aplicaciones prácticas terminamos nuestra investigación empírica en el cual hemos efectuado una aproximación a la incidencia de la memoria de trabajo en el rendimiento de tareas matemáticas de numeración y cálculo en los inicios de su aprendizaje, tal como apuntábamos en el objetivo general de nuestra tesis doctoral.

Pensamos que, en conjunto, hemos aportado una actualización de los datos disponibles hasta el momento referentes a los vínculos que se establecen entre la memoria de trabajo y el cálculo. Por otro lado, nos anima el hecho de poder indicar que, respecto a los estudios que analizan el papel de la memoria de trabajo en el cálculo, si bien se produjo un defecto de ellos durante los años ochenta e incluso durante los inicios de los noventa, parece que se ha producido un punto de inflexión en los últimos años del siglo XX y auguramos que en el siglo actual quedará determinado de una forma definitiva el papel desempeñado por cada uno de los subsistemas de la memoria de trabajo en la adquisición y ejecución del cálculo.

Finalizamos, pues, esta tesis doctoral con el deseo de haber aportado nuevos datos científicos a esta creciente línea de investigación y a la vez animamos a que se realicen nuevos estudios que partan de muestras, materiales y diseños similares con el objeto de llegar a datos definitivos que permitan aclarar algunos aspectos, como por ejemplo, el papel ejercido por el componente viso-espacial de la memoria de

trabajo en distintas tareas de contenido matemático; o bien investigaciones que desarrollen nuevos programas de entrenamiento de la memoria de trabajo que faciliten el aprendizaje del cálculo.

REFERENCIAS

- Abu-Rabia, S. (1997). Verbal and working memory skills of bilingual Hebrew-English speaking children. *International Journal of Psycholinguistics*, 13 (1), 36, 25-40.
- Ackerman, P. y Dykman, R.A. (1995). Reading-disabled students with and without comorbid arithmetic disability. *Developmental Neuropsychology*, 11 (3), 351-371.
- Acuña, M.M. y Risiga, M. (1997). *Talleres de activación cerebral y entrenamiento de la memoria*. Barcelona: Paidós.
- Adams, J.W. y Gathercole, S.E. (1995). Phonological working memory and speech production in preschool children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38 (2), 403-414.
- Adams, J.W. y Gathercole, S.E. (1996). Phonological working memory and spoken language development in young children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A (1), 216-233.
- Adams, J.W. y Hitch, G.J. (1997). Working memory and children's mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 21-38.
- Alberoni, F. (1988). *Enamoramiento y amor*. Barcelona: Gedisa.
- Algarabel, S. y Dasi, C. (1996). Heuristics and memory strategies used by mathematicians. *Discourse Processes*, 13 (4), 41-42.
- Allport, A., Styles, E.A. y Hsieh, S. (1994). Shifting intentional set: Exploring the dynamic control of tasks. En C. Umiltá y M. Moscovitch, *Attention and performance*, (Vol. XV, pp. 421-452). Cambridge, MA: MIT Press.
- Alonso, J. y Mateos, M.M. (1985). Comprensión lectora: modelos, entrenamiento y evaluación. *Infancia y Aprendizaje*, 31-32, 5-19.
- Alsina, À. (1996). *Aproximació als ritmes escolars a través de tasques matemàtiques: implicacions en la planificació educativa*. Trabajo de investigación de Tercer Ciclo. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (no publicado).
- Alsina, À. (1998). De la qualitat a la quantitat. Un pont entre la lògica matemàtica i el càlcul a l'educació infantil. *In-fàn-ci-a*, 105, 20-23.
- Alvarado, M.C. y Rudy, J.W. (1995). A comparison of "configural" discrimination problems: Implications for understanding the role of the hippocampal formation in learning and memory. *Psychobiology*, 23 (3), 178-184.
- Álvarez, M.I., Domínguez, M.C., Fontalba, M., Pereira, J., Pereira, M.D., Pérez, M.N. y Segador, M.V. (1997). ¿Por qué nuestros alumnos cometen errores de cálculo?. *Epsilon*, 39, 193-204.

- Amador, J.A. y Forns, M. (1994). Dependencia-independencia de campo y eficacia en tareas cognitivas. *Anuario de Psicología*, 60, 35-48.
- American Psychiatric Association (1995). *DSM-IV. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Barcelona: Masson.
- Anderson, J.R. (1976). *Language, memory and thought*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Anderson, J.R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Annet, M. y Manning, M. (1990). Arithmetic and laterality. *Neuropsychologia*, 28 (1), 61-90.
- Arnal, J. (1990). Evaluación del rendimiento en matemáticas a través del Test de Instrucción "Matemáticas-58/5º E.G.B.". *Educar*, 17, 183-204.
- Ashcraft, M.H. (1978). Property dominance and typicality effects in property statement verification. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 155-164.
- Ashcraft, M.H. (1982). The development of mental arithmetic: A chronometric approach. *Developmental Review*, 2, 213-236.
- Ashcraft, M.H. (1990). Strategic processing in children's mental arithmetic: A review and proposal. En D.F. Bjorklund (Ed.), *Children's strategies: Contemporary views of cognitive development* (pp. 185-211). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ashcraft, M.H. (1992). Cognitive arithmetic: A review of data and theory. *Cognition*, 44, 75-106.
- Ashcraft, M.H. (1995). Cognitive psychology and simple arithmetic: A review and summary of new directions. *Mathematical Cognition*, 1 (1), 3-34.
- Ashcraft, M.H. y Battaglia, J. (1978). Cognitive arithmetic: evidence for retrieval and decision processes in mental addition. *Journal of Experimental Psychology: Human, Learning and Memory*, 4 (5), 527-538.
- Ashcraft, M.H., Fierman, B. A. y Bartolotta, R. (1984). The production and verification tasks in mental addition: An empirical comparison. *Developmental Review*, 4, 157-170.
- Atkinson, R.C. y Shiffrin, R.M. (1968). Memoria humana: una propuesta sobre el sistema y sus procesos de control. En M.V. Sebastián (Ed.), *Lecturas de Psicología de la memoria* (pp. 23-56). Madrid: Alianza Editorial, 1991.
- Atkinson, R.C. y Shiffrin, R.M. (1971a). Control processes in short-term memory. *Scientific American*, 224, 82-90.
- Atkinson, R.C. y Shiffrin, R.M. (1971b). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-90.

- Ato, M. y Navalón, C. (1983). Memoria a corto plazo y habilidad lectora. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 38 (6), 1117-1134.
- Bach, R. (1983). *Ilusiones*. Buenos Aires: Vergara, 1994.
- Baddeley, A. D. (1976). *Psicología de la memoria*. Madrid: Debate, 1983.
- Baddeley, A. D. (1979). Working memory and reading. En P.A. Kolars, M.E. Wrolstal y H. Bouma (Eds.), *Processing of visible language* (Vol. 1, pp. 355-370). Nueva York: Plenum Press.
- Baddeley, A. D. (1981). The concept of working memory: A view of its current state and probable future development. *Cognition*, 10, 17-23.
- Baddeley, A. D. (1982). *Su memoria: cómo conocerla y dominarla*. Madrid: Debate, 1990.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1992a). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. D. (1992b). Is working memory working? The fifteenth Bartlett lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 44A (1), 1-31.
- Baddeley, A. D. (1993). Short term phonological memory and long term learning: A single case study. *European Journal of Cognitive Psychology*, 5 (2), 129-148.
- Baddeley, A.D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Baddeley, A. D. (1998). *Memoria Humana. Teoría y Práctica*. Madrid: McGrawHill.
- Baddeley, A. D. (2000). Short-term and working memory. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 77-92). New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. (1974). Memoria en funcionamiento. En M.V. Sebastián (Ed.), *Lecturas de Psicología de la memoria* (pp. 471-485). Madrid: Alianza Editorial, 1991.
- Baddeley, A. D., Lewis, V. y Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory floop. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A (2), 233-252.
- Baddeley, A. D., Thomson, N. y Buchaman, M. (1975). Word length and the structure of short term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14 (6), 575-589.
- Baddeley, A.D. y Hitch, G.J. (1994). Developments in the concept of working memory.

Neuropsychology, 8, 485-493.

- Baddeley, A.D., Gathercole, S.E. y Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173.
- Bahrlick, H.P. y Hall, L.K. (1991). Lifetime maintenance of high school mathematics content. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120 (1), 20-33.
- Baker, M.A., Holding, D.H. y Loeb, M. (1984). Noise, sex and time of day in a mathematics task. *Ergonomics*, 27 (1), 67-80.
- Balacheff, N. (1990). ICME-6 report of the international group psychology of mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 21, 193-197.
- Baqués, J. (1995a). *Estudi de la relació entre capacitat funcional de memòria de treball i aprenentatge de la lectura*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (no publicado).
- Baqués, J. (1995b). *Programa de ordenador WM95.EXE*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (sin comercializar).
- Baqués, J. (1995c). *Test de Repetición de Pseudopalabras*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (no publicado).
- Baqués, J. (1996). Working memory. En D. Sáiz, M. Sáiz y J. Baqués (Eds.), *Psicología de la memoria. Manual de prácticas* (pp. 147-156). Barcelona: Avesta.
- Baqués, J. (1998). *Participación de la memoria de trabajo en el funcionamiento de la memoria implícita*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (no publicada).
- Baqués, J. y Gathercole, S.E. (revisión). Different components of working memory involved in learning to read at five and six year-old children. *European Journal of Cognitive Psychology*.
- Baqués, J. y Sáiz, D. (1996). Memoria y lectura. En D. Sáiz, M. Sáiz y J. Baqués (Eds.), *Psicología de la memoria. Manual de prácticas* (pp. 327-338). Barcelona: Avesta.
- Baqués, J. y Sáiz, D. (1999). Medidas simples y medidas compuestas de memoria de trabajo y su relación con el aprendizaje de la lectura. *Psicothema*, 11 (4), 737-745.
- Barbenza, L. y Uhrlandt, T. (1981). Algunos efectos del ruido sobre el organismo humano y la conducta. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 36 (5), 314-317.
- Baroody, A.J. (1984): The case of Felicia: A young child's strategies for reducing memory demands during mental addition. *Cognition and Instruction*, 1 (1), 109-116.

- Baroody, A.J. (1985). Mastery of basic number combinations: Internalisation of relationships or facts?. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16 (2), 83-98.
- Baroody, A.J. (1987). The development of counting strategies for single-digit addition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18 (2), 141-157.
- Baroody, A.J. (1988). *El pensamiento matemático de los niños*. Madrid: Aprendizaje VISOR/MEC.
- Barrouillet, P. y Fayol, M. (1998). From algorithmic computing to direct retrieval: evidence from number and alphabetic arithmetic in children and adults. *Memory and Cognition*, 26 (2), 355-368.
- Barrouillet, P., Fayol, M. y Lathulière, E. (1997). Selecting between competitors in multiplication tasks: An explanation of the errors produced by adolescents with learning disabilities. *International Journal of Behavioral Development*, 21, 253-275.
- Batchelor, E.S., Gray, J.W. y Dean, R.S. (1990a). Empirical testing of a cognitive model to account for neuropsychological functioning underlying arithmetic problem solving. *Journal of Learning Disabilities*, 23 (1), 38-42.
- Batchelor, E.S., Gray, J.W. y Dean, R.S. (1990b). Neuropsychological aspects of arithmetic performance in learning disability. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 12 (2), 90-94.
- Benedetto, N.E. y Tannock, R. (1999). Math computation, error patterns and stimulant effects in children with attention deficit hiperactivity disorder. *Journal of Attention Disorders*, 3 (3), 121-134.
- Bergenson, J.C. y Herscovics, N. (1990). Psychological aspects of learning early arithmetic. En P. Neshet y J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics and Cognition* (pp. 31-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bermejo, V. (1990). *El niño y la aritmética*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Bermejo, V. y Lago, M.O. (1990). Aprendiendo a contar. En V. Bermejo (Ed.), *El niño y la aritmética* (pp. 57-99). Barcelona: Paidós.
- Bermejo, Y. y Rodríguez, P. (1990). La operación de sumar. En V. Bermejo (Ed.), *El niño y la aritmética* (pp. 107-140). Barcelona: Paidós Ibérica.
- Bernardo, A.I. y Okagaki, L. (1994). Roles of symbolic knowledge and problem information context in solving word problems. *Journal of Educational Psychology*, 86 (2), 212-220.
- Bernoussi, M. (1998). Individual differences in cognitive addition. *The Psychological Record*, 48, 325-332.

- Bettelheim, B. (1991). *El peso de una vida*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Bisquerra, R. (1989). *Introducción conceptual al análisis multivariante. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD. Vol. I*. Barcelona: PPU.
- Black, F.W. (1974). Achievement test performance of high and low perceiving learning disabled children. *Journal of Learning Disabilities*, 7 (3), 178-182.
- Blankerberger, S. y Vorberg, D. (1997). The single-format assumption in arithmetic fact retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23, 721-738.
- Botella, J., Leon, O. y San Martín, R. (1994). *Análisis de datos en psicología I*. Madrid: Pirámide.
- Boyer, C.B. (1968). *Historia de las matemáticas*. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- Brainerd, C.J. (1987). Sources of working memory error in children's mental arithmetic. En G. Deloche y X. Seron (Eds.), *Mathematical Disabilities: A cognitive neuropsychological perspective* (pp. 87-109). Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brainerd, C.J. y Gordon, L.L. (1994). Development of verbatim and gist memory for numbers. *Developmental Psychology*, 30 (2), 163-177.
- Brainerd, C.J. y Reyna, V.F. (1988). Generic resources, reconstructive processing and children's mental arithmetic. *Developmental Psychology*, 24 (3), 324-334.
- Brandimonte, M., Hitch, G.J. y Bishop, D. (1992). Influence of short-term memory codes on visual image processing: Evidence from image transformation tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 157-165.
- Brissiaud, R. (1989). *El aprendizaje del cálculo. Más allá de Piaget y de la Teoría de los Conjuntos*. Madrid: Visor, 1993.
- Broadbent, D.E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 8, 145-152.
- Broadbent, D.E. (1958). *Percepción y comunicación*. Madrid: Debate, 1983.
- Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 10, 12-21.
- Brownell, W.A. (1928). *The development of children's number ideas in the primary grades*. Chicago: University of Chicago.
- Bryant, E.T., Scott, M.L., Tori, C.D. y Golden, C.J. (1984). Neuropsychological

deficits, learning disability, and violent behavior. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52 (2), 323-324.

Bull, R. y Johnston, R.S. (1997). Children's arithmetical difficulties: contributions from processing speed, item identification, and short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, 1-24.

Bull, R., Johnston, R.S. y Roy, J.A. (1999). Exploring the roles of the viso-spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 15, 421-442.

Butterworth, B.; Cipolotti, L. y Warrington, E.K. (1996). Short-term memory impairment and arithmetical ability. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A (1), 251-262.

Bybee, F. (1973). The relationship between psycholinguistic abilities and reading and arithmetic achievement of second grade children. *Dissertation Abstracts International*, 33 (12-A): 6751-6752.

Byers, V. y Erlwanger, S. (1985). Memory in mathematical understanding. *Educational Studies in Mathematics*, 16, 259-281.

Campbell, J.I. y Charness, N. (1990). Age-related declines in working memory skills: Evidence from a complex calculation task. *Developmental Psychology*, 26 (6), 879-888.

Campbell, J.I.D. (1987). Production, verification, and priming of multiplication facts. *Memory and Cognition*, 15, 349-364.

Campbell, J.I.D. y Graham, D.J. (1985). Mental multiplication skill: structure, process and adquisition. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 338-366.

Campbell, J.I.D. y Tarling, D.P.M. (1996). Retrieval processes in arithmetic production and verification. *Memory and Cognition*, 24 (2), 156-172.

Canals, M^a. A. (1979). El càlcul a 1^a. Etapa. *L'Escaire*, 1, 4-10.

Canals, M^a.A. (1992). *Per una didàctica de la matemàtica a l'escola*. Vic: Eumo Editorial.

Canals, M^a.A. (2000). *Viure les matemàtiques de 3 a 6 anys*. Barcelona: A. M. Rosa Sensat.

Canals, R. (1988). *Proves Psicopedagògiques d'Aprenentatges Instrumentals*. Barcelona: Teide.

Cantor, J., Engle, R.W. y Hamilton, G. (1991). Short-term memory, working memory, and verbal abilities: How do they relate?. *Intelligence*, 15, 229-246.

- Carlson, R.A., Khoo, B.H., Yaure, R.G. y Schneider, W. (1990). Acquisition of a problemsolving skill: Levels of organization and use of working memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119 (2), 193-214.
- Carretero, M. (1986). Teorías neopiagetianas. En A. Marchesi, M. Carretero y J. Palacios (Eds.), *Psicología Evolutiva: Teoría y Métodos* (Vol. 1, pp. 23-54). Madrid: Alianza Editorial.
- Cascallana, M. (1985a). Como se puede desarrollar la memoria. *Cuadernos de Pedagogía*, 130, 9-11.
- Cascallana, M. (1985b). Aprender de memoria no es suficiente. *Cuadernos de Pedagogía*, 130, 18-20.
- Case, R. (1982). General developmental influences on the acquisition of elementary concepts and algorithms in arithmetic. En P. Carpenter, J.M. Moser y T.A. Romberg (Eds.), *Addition and Subtraction: A cognitive perspective* (pp. 157-170). Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Case, R. (1985). *El desarrollo intelectual: del nacimiento a la edad madura*. Barcelona: Paidós.
- Case, R. (1987). The structure and process of intellectual development. *International Journal of Psychology*, 22, 571-607.
- Case, R., Kurland, M. y Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.
- Castejón, J.L. y Pascual, J. (1988). Procesos cognitivos en la adquisición de conocimientos: Lectura y solución de problemas. *Revista de Psicología*, 10 (2), 43-53.
- Cauzinille-Marmèche, E. y Weil-Barais, A. (1989). Quelques causes possibles d'échec en mathématiques et en sciences physiques. *Psychologie Française*, 34 (4), 277-283.
- Chamoso, J.M^a., Báez, M., Durán, J., Grande, H., Rodríguez, M^a. J., Rodríguez, M. y Sánchez, L. (1997). Evolución por cursos de la actitud hacia la enseñanza-aprendizaje en las matemáticas en la educación primaria y secundaria obligatoria. En *Actas VIII JAEM. Jornadas para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 313-315). Salamanca: Sociedad Castellano-Leonesa de Profesores de Matemáticas.
- Chapman, J.W. y Boersma, F.J. (1979). Academic self-concept in elementary learning disabled children: A study with the Student's Perception of Ability Scale. *Psychology in the Schools*, 16 (2), 201-206.
- Chen, Z. y Gong, Y. (1998). A study of memory in children with learning disabilities. 1: Short-term memory and working memory of children with learning disabilities.

Chinese Journal of Clinical Psychology, 6 (3), 129-135.

- Chincotta, D., Underwood, G., Ghani, K.A., Papadopoulou, E. y Wresinski, M. (1999). *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52A (2), 325-351.
- Christopher, J.D., Giuliani, R., Holte, C.S. y Beaman, A.L. (1989). Predictor variables related to classification of learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 22 (9), 588-589.
- Cockcroft, E.H. (1982). *Mathematics Counts*. London: Crown. Traducción española: *Las matemáticas sí cuentan*. Madrid: MEC, 1985.
- Coll, C. (1991). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- Conrad, R. (1972). The developmental role of vocalizing in short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Behavior*, 11, 521-533.
- Cooney, J.B. y Swanson, H. L. (1990). Individual differences in memory for mathematical story problems: Memory span and problem perception. *Journal of Educational Psychology*, 82 (3), 570-577.
- Cornet, J.A, Sron, X., Deloche, G. y Lories, G. (1988). Cognitive models of simple mental arithmetic: A critical review. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 8, 551-557.
- Craik, F.I.M. (1986). A functional account of age differences in memory. En F. Klix y H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities* (pp. 409-422). North-Holland: Elsevier.
- Cross, S.E. y Markus, H.R. (1994). Self-schemas, possible selves, and competent performance. *Journal of Educational Psychology*, 86 (3), 423-438.
- Dalezman, J.J. (1967). Effects of output order in immediate, delayed, and final recall performance. *Journal of Experimental Psychology: Human, Learning and Memory*, 2 (5), 597-608.
- D'Amato, R.C., Dean, R.S. y Rhodes, R.L. (1998). Subtyping children's learning disabilities with neuropsychological, intellectual, and achievement measures. *International Journal of Neuroscience*, 96 (1-2), 107-125.
- Damasis, V. y Desjarlais, L. (1977). La dépendance-indépendance du champ comme style cognitif: certaines conséquences psychopédagogiques. *Revue de Psychologie Appliquée*, 27 (3), 211-229.
- Daneman, M. y Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19 (4), 450-466.
- Daneman, M. y Carpenter, P.A. (1983). Individual differences in integrating information between and within sentences. *Journal of Experimental Psychology:*

Learning, Memory and Cognition, 9 (4), 561-584.

- Das-Smaal, E.A., de Jong, P.F. y Koopmans, J.R. (1993). Working memory, attentional regulation and the star counting test. *Personality and Individual Differences*, 14, 815-824.
- Davis, J.T. (1994). Differential characteristics of learning disability subtypes classified according to patterns of academic achievement. *Dissertation Abstracts International*, 54 (8-A), 2951.
- Davydov, V.V. (1982). The psychological characteristics of the formation of elementary mathematical operations of children. En P. Carpenter, J.M. Moser y T.A. Romberg (Eds.), *Addition and Subtraction: A cognitive perspective* (pp. 224-238). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- De Jong, P.F. y Van der Leij, A. (1999). Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 91 (3), 450-476.
- Defior, S. (1994). La consciencia fonológica y la adquisición de la lectoescritura. *Infancia y Aprendizaje*, 67-68, 91-113.
- Dehaene, S. y Cohen, L. (1991). Two mental calculation systems: A case study of severe acalculia with preserved approximation. *Neuropsychologia*, 29, 1045-1074.
- Dehaene, S., Cohen, L. y Changeux, J.P. (1998). Neuronal network models of acalculia prefrontal deficits. En R.W. Parks y D.S. Levine (Eds.), *Fundamentals of neural network modeling: Neuropsychology and cognitive neuroscience* (pp. 233-255). Cambridge, MA, USA: The Mit Press.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P. Stanescu, R. y Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioural and brain-imaging evidence. *Science*, 284 (5416), 970-974.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A.D., Allamano, N. y Wilson, L. (1999). Pattern span: A tool for unwelding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37, 1189-1199.
- DeLuca, J.W. (1988). Identification of subtypes of learning disabled children with arithmetic disorders: A neuropsychological, multivariate analysis. *Dissertation Abstracts International*, 48 (7-B): 2115.
- DeLuca, J.W., Rourke, B.P. y Del-Dotto, J.E. (1991). Subtypes of arithmetic-disabled children: Cognitive and personality dimensions. En B.P. Rourke (Ed.), *Neuropsychological validation of learning disability subtypes* (pp. 180-219). Nueva York: The Guilford Press.
- De-Rammelaere, S., Stuyven, E. y Vandierendonck, A. (1999). The contribution of working memory in the verification of simple mental arithmetic sums.

Psychological Research, 62 (1), 72-77.

- Dienes, Z.P. (1965). *La matemática moderna en la enseñanza primaria*. Barcelona: Teide, 1981.
- Dosher, B.A. y Russo, J.E. (1976). Memory for internally generated stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2 (6), 633-640.
- Douglas, R.J. (1967). The hippocampus and behavior. *Psychological Bulletin*, 67 (6), 416-442.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Memory. A contribution to experimental psychology*. Nueva York: Dover Publications, Inc., 1964.
- Edwards, R.P., Alley, G.R. y Snider, W. (1971). Academic achievement and minimal brain dysfunction. *Journal of Learning Disabilities*, 4 (3), 134-138.
- Ehrenstein, A., Schweickert, R., Choi, S. y Proctor, R.W. (1997). Scheduling processes in working memory: Instructions control de order of memory search and mental arithmetic. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50 (A), 766-802.
- Ellis, N.C: (1992). Linguistic relativity revisited: The bilingual wordlength effect in working memory during counting, remembering numbers and mental calculation. En R. Harris (Ed.), *Cognitive processes in bilinguals* (pp. 137-156). Amsterdam: Elsevier.
- Elosúa, M^a.R., García Madruga, J.A., Gutiérrez, F., Luque, J.L. y Garate, M. (1997). Un estudio sobre las diferencias evolutivas en la memoria operativa: ¿capacidad o eficacia?. *Estudios de Psicología*, 58, 15-27.
- Engle, R.W., Cantor, J. y Carullo, J.J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18 (5), 972-992.
- Engle, R.W., Kane, M.J. y 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. En A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of working memory* (pp. 102-134). Cambridge: Cambridge University Press.
- Entrekin, V.S. (1992). Mathematical mind mapping. *The Mathematics Teacher*, 85 (6), 444-446.
- Epstein, K.I., Hillegeist, E.G. y Grafman, J. (1994). Number Processing in Deaf College Students. *American Annals of the Deaf*, 139 (3), 336-347.
- Estaún, S. (1993). Cronopsicología y educación. En J.M. Asensio, S. Estaún, P. Feroso, J. Gairín, J.C. Mèlich y P.M. Pérez, *El tiempo en educación* (pp. 153-217). Barcelona: PPU.

- Etxeberria, C.M., Lukas, J.F., Dendaluze, I. y Joaristi, L. (1993). La influencia de ciertas variables en el rendimiento en matemáticas en 6º de E.G.B. *Bordón*, 45 (1), 5-14.
- Farah, M.J., Hammond, K.M., Levine, D.N. y Calvanio, R. (1988). Visual and spatial mental imagery: dissociable systems of representation. *Cognitive Psychology*, 20, 439-462.
- Farré, M. y Ruiz, A. (1999). *Pràctiques d'estadística amb SPSS*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de Publicacions.
- Fayol, M., Abdi, H. y Gombert, J.E. (1987). Arithmetic problems formulation and working memory load. *Cognition and Instruction*, 4 (3), 187-202.
- Fazzio, B.B. (1994). Counting abilities of children with specific language impairment: A comparison of oral and gestual tasks. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 358-368.
- Fazzio, B.B. (1996). Mathematical abilities of children with specific language impairment: A 2-year-follow-up. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 1-10.
- Fazzio, B.B. (1998). The effects of presentation rate on serial memory in children with specific language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 41, 1235-1245.
- Fazzio, B.B. (1999). Arithmetic calculation, short-term memory, and language performance in children with specific language impairment: A 5-year follow-up. *Journal of Speech and Hearing Research*, 42, 420-431.
- Fernández, S. y Goñi, J.M. (1995). El cálculo en la educación matemática para la sociedad de la comunicación. *Aula*, 34, 5-9.
- Ferrández, A., Sarramona, J. y Tarín, L. (1984). *Tecnología Didáctica*. Barcelona: CEAC.
- Fischer, J.P. (1987). L'automatisation des calculs élémentaires a l'école. *Revue Française de Pédagogie*, 80, 17-24.
- Fischer, J.P. (1996). Mémoires exacte et inférentielle en arithmétique mentale. *Journal International de Psychologie*, 31 (2), 111-130.
- Fischer, J.P. y Pluinage, F. (1988). Complexités de compréhension et exécution des opérations arithmétiques élémentaires. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 9 (2), 133-154.
- Flavell, J.H., Friedrichs, A.G. y Hoyt, J.D. (1970). Developmental changes in memorization processess. *Cognitive Psychology*, 1, 324-340.
- Fletcher, J.M. (1985). Memory for verbal and nonverbal stimuli in learning disability

- subgroups: Analysis of selective reminding. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40, 244-259.
- Font, V. (1994). Motivación y dificultades de aprendizaje en matemáticas. *Suma*, 17, 10-16.
- Fraisse, P. (1970). La verbalisation d'un dessin facilite-t-elle son évocation par l'enfant?. *L'Année Psychologique*, 70 (1), 109-122.
- Friedman, F.S. (1990). Learning disabilities subtypes: Cluster analysis of reading and arithmetic achievement scores of learning disabled students. *Dissertation Abstracts International-Section A: Humanities and Social Sciences*, 50 (7-A): 2013.
- Fuerst, D.R. y Rourke, B.P. (1993). Psychological functioning of children: Relations between personality subtypes and academic achievement. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 21 (6), 597-607.
- Fürst, A.J. y Hitch, G.J. (2000). Different roles for executive and phonological components of working memory and mental arithmetic. *Memory and Cognition*, 28 (5), 774-782.
- Gagné, R.M. (1970). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- Gairín, J. (1987). *Las actitudes en educación: Un estudio sobre educación matemática*. Barcelona: PPU.
- García Madruga, J.A. (1985). Comprensión y memoria de textos. *Cuadernos de Pedagogía*, 133, 20-23.
- García, A.I. y Jiménez, J.E. (2000). Resolución de problemas verbales aritméticos en niños con dificultades de aprendizaje. *Cognitiva*, (12) 2, 153-170.
- García, J. y González, D. (1993). *Cuaderno para mejorar memoria y atención I*. Madrid: Editorial EOS.
- García, N. (1989). Incidencia de la metodología de estudio en el rendimiento escolar. *Revista de Ciencias de la Educación*, 140, 471-480.
- Garrido, J. (1996). *La importancia de la memoria en los exámenes*. Padres y Maestros, 219, 9-13.
- Gathercole, S.E. (1995a). Nonword repetition: More than just a phonological output task. *Cognitive Neuropsychology*, 12 (8), 857-861.
- Gathercole, S.E. (1995b). The assessment of phonological memory skills in preschool children. *British Journal of Educational Psychology*, 65, 155-164.
- Gathercole, S.E. y Adams, A. (1993). Phonological working memory in very young children. *Developmental Psychology*, 29, 770-778.

- Gathercole, S.E. y Adams, A.M. (1994). Children's phonological working memory: contributions of long-term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language*, 33, 672-688.
- Gathercole, S.E. y Baddeley, A.D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary in children: A longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, 28 (2), 200-213.
- Gathercole, S.E. y Baddeley, A.D. (1993). *Working memory and language*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gathercole, S.E. y Pickering, S.J. (2000a). Assessment of working memory in six- and seven-year-old children. *Journal of Educational Psychology*, 92 (2), 377-390.
- Gathercole, S.E. y Pickering, S.J. (2000b). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70 (2), 177-194.
- Gathercole, S.E., Service, E., Hitch, G.J., Adams, A.M. y Martin, A.J. (1999). Phonological short-term memory and vocabulary development: Further evidence of the nature of the relationship. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 65-77.
- Gathercole, S.E., Willis, C., Baddeley, A.D. y Emslie, H. (1994). The Children's Test of Nonword Repetition: A Test of Phonological Working memory. En S.E. Gathercole y R.A. McCarthy, *Memory Test and Techniques*, (pp. 103-128). Hove (U.K.): Lawrence Erlbaum.
- Gathercole, S.E., Willis, C., Emslie, H. y Baddeley, A.D. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. *Developmental Psychology*, 28, 887-898.
- Geary, D.C. (1990). A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 363-383.
- Geary, D.C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114 (2), 345-362.
- Geary, D.C. (1996). The Problem-size effect in mental addition: Developmental and cross-national trends. *Mathematical Cognition*, 2 (1), 63-93.
- Geary, D.C. y Brown, S.C. (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed of processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27 (3), 398-406.
- Geary, D.C. y Burlingham-Dubree, M. (1989). External validation of the strategy choice model for addition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 47, 175-192.
- Geary, D.C. y Widaman, K.F. (1987). Individual differences in cognitive arithmetic. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116 (2), 154-171.

- Geary, D.C. y Widaman, K.F. (1992). Numerical cognition: On the convergence of componential and psychometric models. *Intelligence*, 16, 47-80.
- Geary, D.C., Brown, S.C. y Samaranayake, V.A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27 (5), 787-797.
- Geary, D.C., Hoard, M.K. y Hamson, C.O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74 (3), 213-239.
- Geary, D.C., Widaman, K.F. y Little, T.D. (1986). Cognitive addition and multiplication: Evidence for a single memory network. *Memory and Cognition*, 14 (6), 478-487.
- Gelzheiser, L.M. (1984). Generalization from categorical memory tasks to prose by learning disabled adolescents. *Journal of Educational Psychology*, 76 (6), 1128-1138.
- Generalitat de Catalunya, Departament d'Ensenyament (1992). *Currículum d'Educació Primària*. Barcelona: Servei de Difusió i Edicions.
- Ghata, N.J. (1983). Les donneurs de temps familiaux. En H. Montagner (Ed.), *Les rythmes de l'enfant et de l'adolescent* (pp. 185-188). París: Stock.
- Gillis, J.J. y DeFries, J.C. (1991). Confirmatory factor analysis of reading and mathematics performance measures in the Colorado Reading Project. *Behavior Genetics*, 21, 572-573.
- Giordano, L., de Ballent, E.G. y Giordano, L.H. (1976). *Discalculia escolar. Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas*. Buenos Aires: El Ateneo, 1978.
- Gonzales, E.G. y Kolers, P.A. (1982). Mental manipulation of arithmetic symbols. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8 (4), 308-319.
- González, R. y Latorre, A. (1987). *El mestre investigador*. Barcelona: Ed. Graó.
- Gray, C. y Mulhern, G. (1995). Does children's memory for addition facts predict general mathematical ability?. *Perceptual and Motor Skills*, 81, 163-167.
- Greeno, J.G. (1978). Understanding and procedural knowledge in mathematics education. *Educational Psychologist*, 12 (3), 262-283.
- Greer, B. (1981). Cognitive psychology and mathematical thinking. *For the Learning of Mathematics*, 1 (3), 19-26.

- Groen, G.J. y Parkman, J.M. (1972). A chronometric analysis of simple addition. *Psychological Review*, 79, 329-343.
- Groen, G.J. y Resnick, L.B. (1977). Can preschool children invent addition algorithms?. *Journal of Educational Psychology*, 69 (6), 645-652.
- Gross-Tsur, V., Manor, O. y Shalev, R.S. (1996). Developmental dyscalculia: prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 25-33.
- Hannafin, R.D. y Scott, B.N. (1998). Identifying critical learner traits in a dynamic computer-based geometry program. *Journal of Educational Research*, 92 (1), 3-12.
- Hayes, J.R. (1973). On the function of visual imaginery in elementary mathematics. En W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp. 177-214). Nueva York: Academic Press.
- Heathcote, D. (1994). The role of visuo-spatial working memory in the mental addition of multi-digit addends. *Current Psychology of Cognition*, 13, 207-245.
- Hegarty, M., Mayer, R.E. y Monk, C.A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87, 18-32.
- Hidalgo, S., Maroto, A. y Palacios, A. (1999). Evolución de las destrezas básicas para el cálculo y su influencia en el rendimiento escolar en matemáticas. *Suma*, 30, 37-45.
- Hitch, G.J. (1978). The role of short-term working memory in mental arithmetic. *Cognitive Psychology*, 10, 302-323.
- Hitch, G.J. y McAuley, E. (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology*, 82, 375-386.
- Hitch, G.J. y Towse, J.N. (1995). Working memory: What develops?. En F.E. Weinert y W. Schneider (Eds.), *Memory performance and competencies: Issues in growth and development* (pp. 3-21). Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hitch, G.J., Cundick, J., Haughey, M., Pugh, R. y Wright, H. (1987). Aspects of counting in children's arithmetic. En J.A. Sloboda y D. Rogers (Eds.) *Cognitive processes in mathematics*, (pp.26-41). Oxford: Clarendon Press.
- Hitch, G.J., Halliday, M.S. y Littler, J.E. (1989). Item identification time and rehearsal rate as predictors of memory span in children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A (2), 321-337.
- Hogan, G. y Catherine, R. (1999). Working memory and mathematics: Cognitive learning strategies use with students with learning disabilities. *Dissertation*

- Hoosain, R. y Salili, F. (1988). Language differences, working memory and mathematical ability. En M.M. Gruneberg, P.E. Morris y R.N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory: Current research and issues* (Vol. 2, pp. 512-517). Londres: Wiley.
- Hope, J.A. y Sherill, J.M. (1987). Characteristics of unskilled and skilled mental calculators. *Journal of Research in Mathematics Education*, 18 (2), 98-111.
- Hopkins, K.D., Hopkins, B.R. y Glass, G.V. (1997). *Estadística básica para las ciencias sociales y del comportamiento*. Madrid: Prentice Hall.
- Hughes, M. (1987). *Los niños y los números. Las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas*. Barcelona: Editorial Planeta.
- Hulme, Ch. y Mackenzie, S. (1997). *Working Memory and Severe Learning Difficulties*. [http: www.tandf.co.uk/psypress/bkfiles/workmema.html](http://www.tandf.co.uk/psypress/bkfiles/workmema.html).
- Huteau, M. (1975). Un style cognitif: La dépendance-indépendance a l'égard du champ. *L'Année Psychologique*, 75, 197-262.
- Huteau, M. (1984). Les styles cognitifs et la recherche fondamentale. *Psychologie Française* 29 (1), 42-47.
- Hutton, U., Towse, J.N. y Hitch, G.J. (1997). Children's competence at solving arithmetic operations in a working memory task. [http: //psyserver.pc.rhbnc.ac.uk/papers/tr.html](http://psyserver.pc.rhbnc.ac.uk/papers/tr.html).
- Janes, C.H. (1995). The relationship between attributional style and academic achievement in learning-disabled children. *Dissertation Abstracts International*, 55 (10-B): 4622.
- Jastak, S. y Wilkinson, G.S. (1984). *The Wide Range Achievement Test-Revised*. Wilmington: Jastak.
- Jensen, A.R. y Whang, P.A. (1994). Speed of accessing arithmetic facts in long-term memory: A comparison of chinese-american and anglo-american children. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 1-12.
- Jordan, N.C. (1995). Clinical assessment of early mathematics disabilities: Adding up the research findings. *Learning Disabilities Research and Practice*, 10 (1), 59-69.
- Judd, T.P. y Bilsky, L.H. (1989). Comprehension and memory in the solution of verbal arithmetic problems by mentally retarded and nonretarded individuals. *Journal of Educational Psychology*, 81 (4), 541-546.
- Jurden, F.H. (1995). Individual differences in working memory and complex cognition. *Journal of Educational Psychology*, 87 (1), 93-102.

- Just, M.A. y Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99 (1), 122-149.
- Kail, R. y Hall, L.K. (1999). Sources of developmental change in children's word-problem performance. *Journal of Educational Psychology*, 91 (4), 660-668.
- Kamii, C.K. (1985). *El niño reinventa la aritmética. Implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: Aprendizaje Visor.
- Kamii, C.K. (1989). *Reinventando la aritmética II*. Madrid: Aprendizaje Visor, 1992.
- Kamii, C.K. (1994). *Reinventando la aritmética III. Implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: Aprendizaje Visor, 1995.
- Kaufman, A.S. y Kaufman, N.L. (1983). *Batería de evaluación de Kaufman para niños (C)*. Madrid: TEA Ediciones, 1987.
- Kaye, D.B., Post, T.A., Hall, V.C. y Dineen, J.T. (1986). Emergence of information-retrieval strategies in numerical cognition: A developmental study. *Cognition and Instruction*, 3 (2), 127-150.
- Keshner, J.R. y Stringer, R.W. (1991). Effects of reading and writing on cerebral laterality in good readers and children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 24 (9), 560-567.
- Kilpatrick, J. (1990). Lo que el constructivismo puede ser para la educación de la matemática. *Educación*, 17, 37-52.
- Kilpatrick, J. (1992). Historia de la investigación en educación matemática. En J. Kilpatrick, L. Rico y M. Sierra (Eds.), *Educación Matemática e Investigación* (pp. 13-98). Madrid: Síntesis, 1994.
- Klapp, S.T., Boches, C.A., Trabert, M.L. y Logan, G.D. (1991). Automating alphabet arithmetic II: Are there practice effects after automaticity is achieved?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17 (2), 196-209.
- Klein, J.S. y Jeffrey, B. (2000). Preschoolers doing arithmetic: The concepts are willing but the working memory is weak. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54 (2), 105-116.
- Koshmider, J.W. y Ashcraft, M.H. (1991). The development of children's mental multiplication skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51, 53-89.
- Kulak, A.G. (1995). Spatial processing and arithmetic performance. *Dissertation Abstracts International*, 55 (8-B), 3616.
- Larsen, S.C., Parker, R.M. y Trenholme, B. (1978). The effects of syntactic complexity upon arithmetic performance. *Learning Disability Quarterly*, 1 (4), 80-85.
- Lau, C.W. y Hoosain, R. (1999). Working memory and language difference in sound

duration: A comparison of mental arithmetic in Chinese, Japanese and English. *Psychologia: An International Journal of Psychology in the Orient*, 42 (3), 139-144.

- Leahey, T.H. y Harris, R.J. (1998). *Aprendizaje y cognición*. Madrid: Prentice-Hall.
- Lehto, J. (1995). Working memory and school achievement in the ninth form. *Educational Psychology*, 15 (3), 271-281.
- Lemaire, P. y Bernoussi, M. (1991). Arithmétique cognitive: Processus, développement et différences individuelles. *L'Année Psychologique*, 91, 419-438.
- Lemaire, P., Abdi, H. y Fayol, M. (1996). The role of working memory resources in simple cognitive arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 8 (1), 73-103.
- Lerman, S. (1989). Constructivism, mathematics and mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 211-223.
- Levin, H.S., Scheller, J., Rickard, T. y Grafman, J. (1996). Dyscalculia and dislexia after right hemisphere injury in infancy. *Archives of Neurology*, 53 (1), 88-96.
- Lindsay, R.L., Tomazic, T., Levine, M.D. y Accardo, P.J. (1999). Impact of attentional dysfunction in dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 41 (9), 639-642.
- Logan, G.D. y Klapp, S.T. (1991). Automatizing alphabet arithmetic I: Is extended practice necessary to produce automaticity?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17 (2), 179-195.
- Logie, R.H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Logie, R.H. y Baddeley, A.D. (1987). Cognitive processes in counting. *Journal of Experimental Psychology*, 13, 310-326.
- Logie, R.H. y Pearson, D.G. (1997). The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: Evidence from developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 241-257.
- Logie, R.H., Gilhooly, K.J. y Wynn, V. (1994). Counting on working memory in arithmetic problem solving. *Memory and Cognition*, 22 (4), 395-410.
- Logue, G. (1978). Learning disabilities and math inadequacy. *Academic Therapy*, 12 (3), 309-319.
- López Puig, A. (1996). *Fracaso escolar en el aprendizaje de las matemáticas. Un enfoque constructivista*. Cádiz: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz y Fundación Colegio Los Pinos.

- Lovett, M.C. y Anderson, J.R. (1994). Effects of solving related proofs on memory and transfer in geometry problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 20 (2), 366-378.
- Luria, A.R. y Tsvetkova, L.S. (1981). *La resolución de problemas y sus trastornos*. Barcelona: Fontanella.
- Manalo, E. (1991). The incorporation of process mnemonic instruction in teaching computational skills: A case report on a mathematics learning disabled individual. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 13 (4), 21-34.
- Marchessi, A. (1983). La memoria de los niños. *Cuadernos de Pedagogía*, 97, 53-59.
- Marshall, R.M., Schafer, V.A., O'Donnell, L., Elliott, J. y Handwerk, M.L. (1999). Arithmetic disabilities and attention deficit disorder (ADD) subtypes: Implications for DSM-IV. *Journal of Learning Disabilities*, 32 (3), 239-247.
- Martini, B. (1998). Introduzione all'aritmetica nella scuola dell'infanzia. *Infanzia*, 5, 35-38.
- Martins, I.P., Ferreira, J. y Borges, L. (1999). Acquired procedural dyscalculia associated to a left parietal lesion in a child. *Child Neuropsychology*, 5 (4), 265-273.
- Mason, J.D., Healy, A.F. y Marme, W.R. (1996). The effects of rounding on memory for numbers in addition problems. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 50 (3), 320-323.
- Masson, M. y Miller, J.A. (1983). Working memory and individual differences in comprehension and memory of text. *Journal of Educational Psychology*, 75 (2), 314-318.
- Matlin, M. y Foley, H.J. (1996). *Sensación y Percepción*. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Mayer, R.E. (1982). Different problem-solving strategies for algebra word and equation problems. *Journal of Experimental Child Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8 (5), 448-462.
- Mayer, R.E. (1992). *Thinking, Problem Solving, Cognition* (2nd Edition). Nueva York: Freeman.
- Mayer, R.E. y Moreno, R. (1998) A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, 312-320.
- Mayer, R.E. y Sims, V.K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 86, 389-401.

- Mayer, R.E. y Wittrock, M.C. (1996). Problem solving transfer. In D. Berliner and R. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology*, (pp. 45-61). Nueva York: Macmillan.
- Mayor, J. y de Vega, M. (1992). *Memoria y representación*. Madrid: Alhambra Longman, S.A.
- Mayr, U. y Kliegl, R. (1993). Sequential and coordinative complexity: Age-based processing limitations in figural transformations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 1297-1320.
- McCloskey, M., Camarazza, A. y Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidencie from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196.
- McCloskey, M., Harley, W. Y Sokol, S.C. (1991). Models of arithmetic fact retrieval: An evaluation in light of findings from normal and brain-damaged subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 337-397.
- McCollister, T.S., Burts, D., Wringt, V.L. y Hildreth, G.J. (1986). Effects of computer-assisted instruction and teacher-assisted instruction on arithmetic task achievement scores of kindergarten children. *Journal of Educational Research*, 80 (2), 121-125.
- McCue, M., Shelly, C., Goldstein, G. y Katz-Garris, L. (1984). Neuropsychological aspects of learning disability in young adults. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 6 (4), 229-233.
- McEntire, E. (1981-1982). The relationship between learning disabilities and mathematics: a research review. *Topics in Learning and Learning Disabilities*, 1, 1-18.
- McGilly, K. y Siegler, R. (1989). How children choose among serial recall strategies. *Child Development*, 60, 172-182.
- McLean, J.F. (1999). Children's arithmetical difficulties: Working memory or long-term memory deficits?. <http://deupsy.lboro.ac.uk/~corf/abspaper/maclean-j.html>.
- McLean, J.F. y Hitch, G.J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 3, 240-260.
- McLeod, T.M. y Crump, W.D. (1978). The relationship of visuospatial skills and verbal ability to learning disabilities in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 11, (4), 237-241.
- McNamara, D.S. y Healy, A.F. (1995). A procedural explanation of the generation effect: The use of an operand retrieval strategy for multiplication and addition

- problems. *Journal of Memory and Language*, 34, 399-416.
- Mendelsohn, P. (1986). Activation de schèmes de programmation et mémorisation de figures géométriques. *European Journal of Psychology of Education*, 1 (2), 127-138.
- Metcalfe, J. (1986). Feeling of knowing in memory and problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12 (2), 288-294.
- Meyer, L.A., Bauer, U., Krieger, S. y Lis, S. (1998). The topography of non-linear cortical dynamics at rest, in mental calculation and moving shape perception. *Brain Topography*, 10 (4), 291-299.
- Mialaret, G. (1962). *Pedagogía de la iniciación al cálculo*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.
- Mialaret, G. (1967). *Las matemáticas: cómo se aprenden; cómo se enseñan*. Madrid: Aprendizaje VISOR, 1986 (2ª edición).
- Mialaret, G. (1968). Psicología de los comienzos del cálculo. En J. Bandet, G. Mialaret y R. Brandicourt (1968). *Los comienzos del cálculo* (pp. 42-84). Buenos Aires: Editorial Kapelusz, S.A.
- Miller, G.A. (1956). El mágico número 7 +- 2. Algunas implicaciones en nuestra capacidad para el procesamiento de la información. . En M.V. Sebastián (Ed.), *Lecturas de Psicología de la memoria* (pp. 131-153). Madrid: Alianza Editorial, 1991.
- Miller, K. y Perlmutter, M. (1984). Cognitive arithmetic: Comparison of operations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10 (1), 46-60.
- Miller, K., Perlmutter, M. y Keating, D. (1984). Cognitive arithmetic: Comparison of operations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10 (1), 46-60.
- Mitsuda, M. (1993). Successive processing abilities and question aids as determinants of geometry learning in mentally handicapped students. *Psychologia: An International Journal of Psychology in the Orient*, 36 (3), 151-158.
- Monedero, C. y Agueero, J. (1986). Diagnóstico neuropsicológico de las dificultades de aprendizaje escolar. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 41 (3), 425-461.
- Morris, C.G. (1997). *Psicología*. México: Prentice-Hall.
- Morris, R.D. y Walter, L.W. (1991). Subtypes of arithmetic-disabled adults: Validating childhood findings. En B.P. Rourke (Ed.), *Neuropsychological validation of learning disability subtypes* (pp. 330-346). Nueva York: The Guilford Press.
- Morrison, S.R. y Siegel, L.S. (1991a). Arithmetic disability: Theoretical considerations

and empirical evidence for this subtype. En L. V. Feagans, E. J. Short y L. J. Meltzer (Eds.), *Subtypes of learning disabilities: Theoretical perspectives and research* (pp. 189-208). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Morrison, S.R. y Siegel, L.S. (1991b). Learning disabilities: A critical review of definitional and assessment issues. En S.R. Morrison y L.S. Siegel (Eds.), *Neuropsychological Foundations of Learning Disabilities* (pp. 79-97). Nueva York: Academic Press Inc.
- Mousabi, S.Y., Low, R. y Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87 (2), 319-334.
- Mousavi, S.Y. (1996). Reducing cognitive load by visual and auditory presentation modes. *Dissertation Abstracts International*, 57 (1-A), 183.
- Navalón, C., Ato, M. y Rabadán, R. (1989). El papel de la memoria de trabajo en la adquisición lectora en niños de habla castellana. *Infancia y Aprendizaje*, 45, 85-105.
- Navarra, J., Vallés, E. Roig, J. y Sáiz, C. (1998). La resolució de problemes aritmètics en l'educació primària: processos, trastorns i estratègies. *Neuropsych Latina*, 4 (1), 8-17.
- Naveh-Benjamin, M. y Ayres, T.J. (1986). Digits span, reading rate, and linguistic relativity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 739-751.
- Nesher, P. (1986). Learning mathematics. A cognitive perspective. *American Psychologist*, 41 (10), 1114-1122.
- Newcombe, N. y Huttenlocher, J. (1992). Children's early ability to solve perspective-taking problems. *Developmental Psychology*, 28 (4), 635-643.
- Nortes, A. y Martínez, R. (1989). Vivir en ciudad o en pueblo, ¿influye en los resultados de matemáticas?. *Bordón*, 41 (4), 691-700.
- Norwich, B. (1985). A case-study investigating the relationship between perceived self-efficacy and performance at subtraction tasks. *Educational Psychology*, 5 (1), 45-53.
- Oberauer, K., Süb, H.M., Schulze, R., Wilhelm, O. y Wittmann, W.W. (2000). Working memory capacity – facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences*, 29, 1017-1045.
- Ohlsson, S., Ernst, A.M. y Rees, E. (1992). The cognitive complexity of learning and doing arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23 (5), 441-467.
- Ostad, S.A. (1997). Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of*

Educational Psychology, 67, 345-357.

- Paivio, A. (1971). *Imaginary and verbal processes*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. y Csapo, K. (1973). Picture superiority in free recall: Imaginery or dual code?. *Cognitive Psychology*, 5, 179-206.
- Palmer, D.J., Olivarez, A., Willson, V.L. y Fordyce, T. (1989). Ethnicity and language dominance: Influence on the prediction of achievement based on intelligence test scores in nonreferred and referred samples. *Learning Disability Quarterly*, 12 (4), 261-274.
- Pardo, A. y San Martín, R. (1994). *Análisis de datos en psicología II*. Madrid: Pirámide.
- Parkman, J.M. (1972). Temporal aspects of simple multiplication and comparison. *Journal of experimental Psychology*, 95, 437-444.
- Pascual-Leone, J.A. (1970). Mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 63, 301-345.
- Passolunghi, M.C., Cornoldi, C. y de Liberto, S. (1999). Working memory and intrusions of irrelevant information in a group of specific poor problem solvers. *Memory and Cognition*, 27 (5), 779-790.
- Pastor, J.C., Tortosa, F. y Civera, C. (2000). La psicología de la Gestalt. En M. Sáiz (Ed.), *Història de la Psicologia. Mòdul didàctic 4: La psicología en la primera meitat del segle XX. Segona part: escoles i sistemes psicològics* (pp. 55-72). Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Penner, W.J. (1973). Effects of cue word from class on solving arithmetic word problem by mentally handicapped. *Dissertation Abstracts International*, 34 (5-A): 2424.
- Peterson, LL. y Peterson, M. J. (1959). Retención a corto plazo de elementos verbales individuales. En M.V. Sebastián (Ed.), *Lecturas de Psicología de la memoria* (pp. 154-162). Madrid: Alianza Editorial, 1991.
- Peterson, P.L., Swing, S.R., Stark, K.D. y Wass, G.A. (1984). Students' cognitions and time on task during mathematics instruction. *American Educational Research Journal*, 21 (3), 487-515.
- Piaget, J. (1966). La iniciación matemática. Las matemáticas modernas y la psicología del niño. En J. Hernández (Ed.), *La enseñanza de las matemáticas modernas* (pp. 182-186). Madrid: Alianza Editorial, S.A., 1983.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1941a). *Génesis de las estructuras lógicas elementales*. Buenos Aires: Guadalupe, 1975.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1941b). *El desarrollo de las cantidades en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe, 1975.

- Piaget, J. e Inhelder, B. (1975). *Psicología del niño*. Madrid: Ediciones Morata.
- Piaget, J. y Szeminska, A. (1941). *Génesis del número en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe, 1975.
- Pickering, S.J. y Gathercole, S.E. (1997). The working memory battery. Bristol: University of Bristol.
- Pickering, S.J., Baqués, J. y Gathercole, S.E. (1999). *Bateria de Tests de Memòria de Treball*. Barcelona: Laboratori de Memòria de la Universitat Autònoma de Barcelona (versión catalana de S. Pickering y S. Gathercole, *Working memory Battery* (1997)). No comercializada.
- Pickering, S.J., Gathercole, S.E. y Peaker, S.M. (1998). Verbal and viso-spatial short-term memory in children: Evidence for common and distinct mechanisms. *Memory and Cognition*, 26, 1117-1130.
- Pinchback, C.L. (1991). Types of errors exhibited in a remedial mathematics course. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 13 (2), 53-61.
- Pozo, J.I. (1993). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Ediciones Morata.
- Putnam, R.T., deBettencourt, L.U. y Leinhardt, G. (1990). Understanding of derived-fact strategies in addition and subtraction. *Cognition and Instruction*, 7 (3), 245-285.
- Pylyshyn, Z.W. y Storm, R.W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, 3, 179-197.
- Radatz, H. (1979). Error analysis in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, May 79, 163-171.
- Radatz, H. (1980). Students' errors in the mathematical learning process: A survey. *For the Learning of Mathematics* 1, 1, 16-20.
- Raesaenen, P. y Ahonen, T. (1995). Arithmetic disabilities with and without reading disabilities: A comparison or arithmetic errors. *Developmental Neuropsychology*, 11 (3), 275-295.
- Raven, J.C. (1956). *Coloured Progressive Matrices*. Oxford: Oxford Psychologists Press Ltd.
- Reinberg, A. (1983). Considérations générales sur les rythmes circadiens et circanuels de l'homme. En H. Montagner (Ed.), *Les Rythmes de l'Enfant et de l'Adolescent* (pp. 96-102). París: Stock.
- Reisberg, D., Rappaport, I. y O'Shaughnessy, M. (1984). Limits of working memory: the digit- digit span. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10 (2), 203-221.

- Resnick, B.L. y Ford, W.W. (1981). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Barcelona: Paidós/MEC, 1990.
- Restle, F. (1970). Speed of adding and comparing numbers. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 274-278.
- Rey, A. (1959). *Test de Copia y Reproducción de una Figura Compleja*. Madrid: TEA Ediciones S.A., 1987.
- Reynolds, C.R., Hartlage, L.C. y Haak, R. (1981). The relationship between lateral preference, as determined by neuropsychological test eprformance, and aptitude-achievement discrepancies. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 3 (2), 19-22.
- Ribera, J. y Gironell, M. (1987). *Programa de Desenvolupament Mental. Quadern 20:Memòria de Paraules*. Figueres: Llibres Text, S.A.
- Richards, C.M., Symons, D.K., Greene, C.A. y Szuszkiewicz, T.A. (1995). The bidirectional relationship achievement and externalizing behavior problems of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 28 (1), 8-17.
- Richmond, B.O. y Blagg, D.E. (1985). Adaptative behavior, social adjustment, and academic achievement of regular and special education children. *Exceptional Child*, 32, 3, 93-98.
- Rico, L. (1997). Reivindicación del error en el aprendizaje de las matemáticas. *Epsilon*, 38, 185-198.
- Rivière, A. (1990). Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva cognitiva. En A. Marchesi, C. Coll y J. Palacios (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación, III. Necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar* (pp. 155-182). Madrid: Alianza, 1996.
- Roberge, J.J. y Flexer, B.K. (1981). Re-examination of the covariation of field independence, intelligence and achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 51, 235-236.
- Robins, R.R. (1997). Obligatory memory retrieval in mathematical problem-solving. *Dissertation Abstracts International*, 58 (3A), 741.
- Robinson, N.M., Abbott, R.D., Berninger, V.W. y Busse, J. (1996). Structure of abilities in math-precocious young children: Gender similarities and differences. *Journal of Educational Psychology*, 88 (2), 341-352.
- Rodríguez, D., Montagner, H., Restoin, A. y Soussignan, R. (1994). Los ritmos biológicos y psicológicos del niño en el medio escolar y su importancia para la planificación educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 67-68, 221-244.
- Rose, J.C., Lincoln, A.J. y Allen, M.H. (1992). Ability profiles of developmental

language disordered and learning disabled children: A comparative analysis. *Developmental Neuropsychology*, 8 (4), 413-426.

- Rourke, B. y Tsatsanis, K. (1995). Memory disturbances of children with learning disabilities: A neuropsychological analysis of two academic achievement subtypes. En A.D. Baddeley, B.A. Wilson y F.N. Watts (Eds.), *Handbook of memory disorders* (pp. 501-531). Chichester: John Wiley&Sons.
- Rourke, B.P. (1982). Central processing deficiencies in children: Toward a developmental neuropsychological model. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4 (1), 1-18.
- Rourke, B.P. y Conway, J.A. (1997). Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: Perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities*, 30 (1), 34-46.
- Rourke, B.P. y Finlayson, M.A. (1978). Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance: Verbal and visual-spatial abilities. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6 (1), 121-133.
- Ruiz, G., Sánchez, N. y Gonzalo de la Casa, L. (2000). El connexionisme de Thorndike. En M. Sáiz (Ed.), *Història de la Psicologia. Mòdul didàctic 4: La psicologia en la primera meitat del segle XX. Segona part: escoles i sistemes psicològics* (pp. 36-44). Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Ruiz-Vargas, J.M^a. (1991). *Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza Editorial, 1998.
- Runcie, D., Neggers, J. y Hsia, W.S. (1991). Lines, regression and some relations between slopes and intercepts considered from a geometric viewpoint. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 44, 1-11.
- Russell, R.L. y Ginsburg, H.P. (1984). Cognitive analysis of children's mathematics difficulties. *Cognition and Instruction*, 1 (2), 217-244.
- Sáiz, D. (1988). *Una aproximación a los ritmos de la memoria*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (no publicada).
- Sáiz, D. (1990). Posible esquema explicativo de las fases que intervienen en la producción de una conducta. En Dossier I de la asignatura "Psicología de la Memoria". Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona (no publicado).
- Sáiz, D. (1996). Memoria a corto plazo: el experimento de Peterson y Peterson. En D. Sáiz, M. Sáiz y J. Baqués (Eds.), *Psicología de la memoria. Manual de prácticas* (pp. 135-146). Barcelona: Avesta.
- Sáiz, D. y Sáiz, M. (1989). *Una introducción a los estudios de la memoria*. Barcelona: Avesta.
- Sáiz, D., Alsina, À., Figueras, R., Gomara, M., Sala, R. y Sáiz, M. (1993). A comparative study of rhythms of visual search task and mathematic task between

ages (7-8 y.o. and 10-11 y.o) and place of residence (countyside and seaside). *Journal of Interdisciplinary Cycle Research*, 24 (4), 288-289.

Salamé, P. y Baddeley, A.D. (1982). Disruption of short term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21 (2), 150-164.

Salthouse, T.A. (1996a). The processing speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103 (3), 403-428.

Salthouse, T.A. (1996b). Constraints on theories of cognitive aging. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3 (3), 287-299.

Salthouse, T.A. y Mitchell, D.R.D. (1989). Structural and operational capacities in integrative spatial ability. *Psychology and Aging*, 4, 18-25.

Salthouse, T.A., Babcock, R.L. y Shaw, R.J. (1991). Effects of adult age on structural and operational capacities in working memory. *Psychology and Aging*, 6, 118-127.

Sander, E. (1974). A comparative study of the visual perception of handicapped and normal children. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 23 (4), 149-157.

Santaló, L. (1997). Matemáticas para profesores. *Epsilon*, 38, 199-208.

Saura, J.P. y García, A. (1990). Análisis de la relación que hay entre el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos y su rendimiento escolar. *Revista de Educación*, 291, 253-272.

Schliemann, A.D. (1990). A escolha de estratégias na resolução de adições: Memória ou compreensão do sistema decimal?. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 42 (2), 27-34.

Sebastián, M.V. (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza Editorial, 1991.

Serramona, J. (1997). *Teories d'aprenentatge de base cognitivista*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

Serrano, J.M. y Denia, A.M. (1987). Estrategias de conteo implicadas en los procesos de adición y sustracción. *Infancia y Aprendizaje*, 39-40, 57-69.

Service, E. (1992). Phonology, working memory, and foreign language learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 45A (1) 21-50.

Shafir, U. y Siegel, L.S. (1994). Subtypes of learning disabilities in adolescents and adults. *Journal of Learning Disabilities*, 27 (2), 123-134.

- Share, D.L., Moffitt, T.E. y Silva, P.A. (1988). Factors associated with arithmetic and reading disability and specific arithmetic disability. *Journal of Learning Disabilities, 21* (5), 313-320.
- Shriner, J. y Salvia, J. (1988). Chronic noncorrespondence between elementary math curricula and arithmetic tests. *Exceptional Children, 55* (3), 240-248.
- Siegel, L.S. y Feldman, W. (1983). Nondislexic children with combined writing and arithmetic learning disabilities. *Clinical Pediatrics, 22* (4), 241-244.
- Siegel, L.S. y Linder, B.A. (1984). Short-term memory processes in children with reading and arithmetic learning disabilities. *Developmental Psychology, 20* (2), 200-207.
- Siegel, L.S. y Ryan, E.B. (1988). Development of grammatical-sensibility, phonological and short-term-memory skills in normally achieving and learning disabled children. *Developmental Psychology, 24* (1), 28-37.
- Siegel, L.S. y Ryan, E.B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development, 60*, 973-980.
- Siegler, R.S. (1987). Strategy choices in subtraction. En J. Slodoba y D. Rogers (Eds.), *Cognitive processes in mathematics* (pp. 81-106). Oxford: Oxford Science Publications.
- Siegler, R.S. (1988). Strategy choice procedures and the development of multiplication skill. *Journal of Experimental Psychology: General, 117*, 258-275.
- Siegler, R.S. y Robinson, M. (1982). The development of numerical understandings. En H.W. Reese, L.P. Lipsitt (Eds.), *Advances in child development and behavior* (Vol. I., pp. 241-232). Nueva York: Academic Press.
- Siegler, R.S. y Shrager, J. (1984). A model of strategy choice. En C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills* (pp. 229-293). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Silver, C.H., Elder, W.G. y DeBolt, A.J. (1999). Social skills self-appraisal of children with specific arithmetic disabilities. *Developmental-Neuropsychology, 16* (1), 117-126.
- Silver, C.H., Pennett, H.D.L., Black, J.L., fair, G.W. y Balise, R.R. (1999). Stability of arithmetic disability subtypes. *Journal of Learning Disabilities, 32* (2), 108-119.
- Silver, E.A. (1981). Recall of mathematical problem information: Solving related problems. *Journal for Research in Mathematics Education, 12* (1), 54-64.
- Skemp, R. (1980). *Psicología del aprendizaje de las matemáticas*. Madrid: Ed. Morata.
- Slater, B.R. (1973). Achievement in grade 3 by children who participated in perceptual training during kindergarten. *Perceptual and Motor Skills, 36* (3, Pt. 1), 763-766.

- Smith, E.E. y Jonides, J. (1997). Working memory: A view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33, 5-42.
- Smyth, M.M., y Scholey, K.A. (1996). The relationship between articulation time and memory performance in verbal and visuo-spatial tasks. *British Journal of Psychology*, 87, 179-191.
- Sokol, S.M., McCloskey, M., Cohen, N.J. y Aliminoso, D. (1991). Cognitive representations and processes in arithmetic: inferences from the performance of brain-damaged subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17 (3), 355-376.
- Southworth, P. (1989). Personality and performance in elementary mathematics with special reference to skill area. *Personality and Individual Differences*, 10 (5), 671-684.
- Sperling, G. (1960). La información disponible en presentaciones visuales breves. En M.V. Sebastián (Ed.), *Lecturas de Psicología de la memoria* (pp. 61-103). Madrid: Alianza Editorial, 1991.
- Sperling, G. (1963). A model for some kinds of visual memory tasks. *Human Factors*, 5, 19-31.
- Sperling, G. (1967). Successive aproximations to a model for short-term-memory. *Acta psychologica*, 27, 285-292.
- Starkey, P. y Gelman, R. (1982). The development of addition and subtraction abilities prior de formal shooling in arithmetic. En En P. Carpenter, J.M. Moser y T.A. Romberg (Eds.), *Addition and Substraction: A cognitive perspective* (pp. 99-116). Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Susaeta Ediciones, S.A. (1991). *Una faula per cada dia. 365 relats meravellosos*. Madrid: Susaeta Ediciones, S.A.
- Svenson (1985). Memory retrieval of answers of simple additions as reflected in response latencies. *Acta Psychologica*, 59, 285-304.
- Svenson, O. y Sjoeborg, K. (1982). Solving simple substractions during the first three school years. *Journal of Experimental Education*, 50 (2), 91-100.
- Svenson, O. y Sjoeborg, K. (1983). Evolution of cognitive processes for solving simple additions during the first three school years. *Scandinavian Journal of Psychology*, 24 (2), 117-124.
- Swanson, H. L. (2000). Are working memory deficits in readers with learning disabilities hard to change?. *Journal of Learning Disabilities*, 33 (6), 551-566.
- Swanson, H.L. (1992). The generality and modifiability of working memory in skilled and less skilled readers. *Journal of Educational Psychology*, 84, 473-488.

- Swanson, H.L. (1993). Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 87-114.
- Swanson, H.L. (1994). Short-term memory and working memory: Do both contribute to our understanding of academic achievement in children and adults with learning disabilities?. *Journal of Learning Disabilities*, 27 (1), 34-50.
- Swanson, H.L. (1995). *Cognitive Processing Test*. Austin, TX: PRO-ED.
- Swanson, H.L. (1996). Individual and age-related differences in children's working memory. *Memory and Cognition*, 24 (1), 70-82.
- Swanson, H.L., Cochran, K.F. y Ewers, C.A. (1990). Can learning disabilities be determined from working memory performance?. *Journal of Learning Disabilities*, 23 (1), 59-67.
- Swanson, H.L., Cooney, J.B. y Brock, S. (1993). The influence of working memory and classification ability on children's word problem solution. *Journal of Experimental Child Psychology*, 55 (3), 374-395.
- Temple, C.M. (1991). Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia: double dissociation in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, 8, 155-176.
- Testu, F. (1992). *Cronopsychologie et Rythmes Scolaires*. París: Masson.
- Thomas, C.C.B. (1996). Memory performance and addition strategy choice in mathematically disabled children. *Dissertation Abstracts International*, 57 (2-B), 1481.
- Thorndike, E.L. (1922). *The Psychology of Arithmetic*. New York: The Mcmillan Co.
- Threlfall, J., Frobisher, L. y MacNamara, A. (1995). Inferring the use of recall in simple addition. *British Journal of Educational Psychology*, 65, 425-439.
- Towse, J.N. (1998). On random generation and the central executive of working memory. *British Journal of Psychology*, 89 (1), 77-101.
- Towse, J.N. y Hitch, G.J. (1995). Is there a relationship between task demand and storage space in tests of working memory capacity?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A (1), 108-124.
- Towse, J.N. y Hitch, G.J. (1997). Integrating information in object counting: A role for central coordination process?. *Cognitive Development*, 12, 393-422.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there?. *American Psychologist*, 40 (4), 385-398.
- Tulving, E. (1989). Memory: Performance, knowledge, and experience. *European*

Journal of Cognitive Psychology, 1 (1), 3-26.

- Valas, H. (1999). Students with learning disabilities and low-achievement students: Peer acceptance, loneliness, self-esteem, and depression. *Social Psychology of Education*, 3 (3), 173-192.
- Vallés, A. (1994). *Atención y Memoria. Educación Primaria: 1er ciclo*. Valencia: Promolibro.
- Van-de-Rijt, B.A.M. y Van-Luit, J.E.H. (1998). Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science*, 26 (5), 337-358.
- Vaquero, J., Rojas, L. y Niaz, M. (1996). Pascual-Leone and Baddeley's models of information processing as predictors of academic performance. *Perceptual and Motor Skills*, 82 (3), 787-798.
- Vera, J.A. (2000). La psicología genética de Piaget i l'escola de Ginebra. En M. Sáiz (Ed.), *Història de la Psicologia. Mòdul didàctic 4: La psicologia en la primera meitat del segle XX. Segona part: escoles i sistemes psicològics* (pp. 126-146). Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Vergnaud, G. (1990). Epistemology and psychology of mathematics education. En P. Neshier y J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics and Cognition* (pp. 14-30). New York: Cambridge University Press.
- Walker, A.J., Shores, E.A., Trollor, J.N. y Lee, T. (2000). Neuropsychological functioning of adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22 (1), 115-124.
- Wang, X.J. (1999). Neuronal mechanisms of visuospatial working memory in prefrontal cortex. [Http: www//ima.umn.edu/dynsys/wkshp-abstrats/wang1.html](http://ima.umn.edu/dynsys/wkshp-abstrats/wang1.html).
- Wechsler, D. (1974). *WISC-R. Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños - Revisada*. Madrid: TEA Ediciones. S.A., 1994.
- Wenger, J.L. y Carlson, R.A. (1996). Cognitive sequence knowledge: what is learned?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22, 3, 599-619.
- Wertheimer, M. (1959). *El pensamiento productivo*. Barcelona: Paidós, 1991.
- Widaman, K.F., Geary, D.C., Cormier, O. y Little, T.D. (1986). A componential model of mental addition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 898-919.
- Wilde, O. (1888). *El príncep feliç i altres contes* (traducción de Josep Vallverdú). Barcelona: La Galera, S.A. Editorial, 1982.
- Witkin, H.A., Moore, C.A., Goodenough, D.R. y Cox, P.V. (1978). Les styles cognitifs

dépendant à l'égard du champ et indépendant à l'égard du champ et leurs implications éducatives. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, 7 (4), 299-349.

- Woodcock, R.W. y Johnson, M.B. (1990). *Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery-Revised*. Allen: DLM Teaching Resources.
- Woods, S.S., Resnick, L.B. y Groen, G.J. (1975). An experimental test of five process models for subtraction. *Journal of Educational Psychology*, 67, 17-21.
- Worchel, S. y Shebilske, W. (1998). *Psicología. Fundamentos y Aplicaciones*. Madrid: Prentice-Hall.
- Yuste, C. (1985). *Tests de Memoria (EGB y BUP)*. Madrid: TEA Ediciones S.A., 1989.
- Zaiats, V., Calle, M.L. y Presas, R. (1998). *Probabilitat i Estadística. Exercicis I*. Vic: Eumo Editorial.
- Zbrodoff, N. J. (1995). Why is $9+7$ harder than $2+3$?. Strength and interference as explanations of the problem-size effect. *Memory and Cognition*, 23, 6, 689-700.
- Zbrodoff, N. J. y Logan, G.D. (1990). On the relation between production and verification tasks in the psychology of simple arithmetic. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 1, 8397.
- Zbrodoff, N.J. y Logan, G.D. (1986). On the autonomy of mental processes: A case study of arithmetic. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 2, 118-130.
- Zentall, S.S. (1990). Fact-retrieval automatization and math problem solving by learning disabled, attention-disordered, and normal adolescents. *Journal of Educational Psychology*, 82, 4, 856-865.
- Zimmermann, P. y Fimm, B. (1993). *Test battery for attention (TAP). Version 1.02. Handbook*. Würselen: Vera Fimm/Psychologische Testsysteme.

ANEXOS

ANEXO 1

**“BATERIA DE TESTS DE MEMÒRIA DE TREBALL”
DE PICKERING, BAQUÉS Y GATHERCOLE (1999)**

Tests del bucle fonológico	
	Recuerdo serial de dígitos
	Recuerdo serial de palabras
	Recuerdo serial de pseudopalabras
	Reconocimiento de series de palabras
	Reconocimiento de series de pseudopalabras
	Repetición de pseudopalabras
Tests de la agenda viso-espacial	
	Test de matrices
	Test de laberintos
	Test de memoria visual figurativa
	Test Katakana de búsqueda visual
Tests del ejecutivo central	
	Recuerdo serial de dígitos (inverso)
	Amplitud de escuchar
	Amplitud de contar

ANEXO 2
BATERÍA DE MEMORIA DE TRABAJO DE
SWANSON (1992, 1993, 1995, 1996)

Procesamiento verbal	
	Ritmo
	Secuencia auditiva de dígitos
	Recuerdo de historias
	Asociación semántica
	Secuencia de frases
	Categorización semántica
Procesamiento viso-espacial	
	Matrices visuales
	Mapas y direcciones
	Secuencia de dibujos
	Organización espacial
	Secuencia no verbal

ANEXO 3

PRUEBA DE NUMERACIÓN

INSTRUCCIONES

1ª parte:

“Us he donat un full, que no podeu girar fins que jo us ho digui. Ara, escriviu el vostre número a la part de dalt del full” (s’espera que tots els nens i nenes l’hagin escrit).

“En aquest full hi teniu exercicis de numeració. Quan jo us digui ara, girareu el full i començareu a fer els exercicis. Els aneu fent tan ràpid com pogueu i el millor possible”.

“Quan digui prou, gireu el full fins que el recollim”.

“Preparats... Comenceu”

Pasados tres minutos la ayudante del investigador dice *“Prou, gireu el full”*, y se recoge la prueba.

2ª parte:

Se repiten las mismas instrucciones.

Nom:

Data:

PROVA DE NUMERACIÓ

Escriu els números que et diuen

Relaciona cada número amb **el seu nom**

16	VINT-I-VUIT	VUITANTA-UN	62
28	SETZE	NORANTA-NOU	81
40	QUARANTA	SEIXANTA-DOS	99
80	DOS-CENTS	CENT QUINZE	116
115	VUITANTA	CENT VINT-I-SET	200
127	CENT SETZE	CENT SEIXANTA	160

Compara els parells de nombres i escriu cada vegada **el signe** >, <
o =

35	52	75	76
28	82	0	10
30	3	47	37
99	90	100	1
125	162	74	76
82	82	200	10
300	30	47	37
129	91	100	1
321	123	41	141
12	34	234	234

Nom:

Data:

PROVA DE NUMERACIÓ

Escriu el número **d'abans** i el de **després**

9	49	82
18	60	90
25	71	98
122	145	234
90	100	67
78	45	120
34	16	40
132	243	342
45	32	10
18	17	123

Compta **de 2 en 2**, del 20 al 40

20, 22,

Compta **de 5 en 5**, del 0 al 50

0, 5,

Compta **de 10 en 10**, del 0 al 100

0, 10,

Descompta **de 2 en 2**, del 20 al 0

20, 18,

ANEXO 4

PRUEBA DE CÁLCULO 1

INSTRUCCIONES

“Us he donat un full, que no podeu girar fins que jo us ho digui. Ara, escriviu el vostre número a la part de dalt del full” (S’espera que tots els nens i nenes l’hagin escrit).

“En aquest full hi teniu operacions de sumar i de restar. Quan jo us digui ara, girareu el full i començareu a fer les operacions. Les aneu fent tan ràpid com pugueu i el millor possible”.

“Quan digui prou, gireu el full fins que el recollim”.

“Preparats... Comenceu”

Pasados cuatro minutos la ayudante del investigador dice *“Prou, gireu el full”*, y se recoge la prueba.

Nom:

Data:

PROVA DE CÀLCUL 1

$$\begin{array}{r} 14 \\ + 12 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ + 11 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ + 14 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ + 22 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ + 13 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 38 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ + 6 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 45 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ + 55 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ + 78 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ - 22 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ - 10 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ - 3 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ - 31 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ - 32 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ - 56 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 74 \\ - 61 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ - 12 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 89 \\ - 76 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ - 34 \\ \hline \end{array}$$

$12+4=$

$6+1+3=$

$13-2=$

$12-3-1=$

$15+3=$

$10+4+2=$

$17-5=$

$14-0-2=$

$13+5=$

$7+4+2=$

$15-3=$

$15-4-6=$

$14+4=$

$12+3+5=$

$18-6=$

$18-4-6=$

$11+6=$

$8+2+7=$

$17-5=$

$15-5-2=$

ANEXO 5

PRUEBA DE CÁLCULO 2

INSTRUCCIONES

“Us he donat un full, que no podeu girar fins que jo us ho digui. Ara, escriviu el vostre número a la part de dalt del full” (S’espera que tots els nens i nenes l’hagin escrit).

“En aquest full hi teniu operacions de sumar i de restar més difícils. Quan jo us digui ara, girareu el full i començareu a fer les operacions. Les aneu fent tan ràpid com pugueu i el millor possible”.

“Quan digui prou, gireu el full fins que el recollim”.

“Preparats... Comenceu”

Pasados cuatro minutos la ayudante del investigador dice *“Prou, gireu el full”*, y se recoge la prueba.

Nom:

Data:

PROVA DE CÀLCUL 2

14+	=17	20+	=28
15+	=18	26+	=30
13+	=18	17+	=25
10+	=16	28+	=39
11+	=15	42+	=51

17-	=15	22-	=20
14-	=10	25-	=15
16-	=12	20-	=17
15-	=12	28-	=17
18-	=15	33-	=25

24+15=
32+13=
51+31=
67+22=
45+13=

26-14=
36-13=
42-21=
59-29=
17-12=

6+1-3=
4+4-2=
5+4-6=
9-8+5=
8+1-9=

16+2-10=
12+4-8 =
17+3-15=
12+6-4 =
14+3-7 =

ANEXO 6
RECUERDO SERIAL DE DÍGITOS
DIRECTO

INSTRUCCIONES

“ Tot seguit et llegiré una llista curta de números. Vull que escoltis ben atentament els números perquè així que jo acabi de llegir la llista tu l’hauràs de repetir exactament en el mateix ordre que l’has sentida. Estàs preparat/da? –Escolta atentament.”

Bateria de tests de memòria de treball

Record serial de díigits

Nom:..... Data naix.:

Data: Edat:..... Puntuació:.....

Llargada sèrie	Llista	Resposta
2	9 1	
	3 8	
	7 4	
	2 5	
3	4 8 3	
	2 6 1	
	7 4 3	
	6 9 4	
4	5 9 2 6	
	3 1 7 4	
	2 8 5 1	
	7 2 8 6	
5	6 1 4 2 5	
	3 2 8 4 1	
	7 4 2 5 9	
	1 5 8 3 6	
6	8 3 9 2 5 1	
	2 9 5 7 1 3	
	1 6 2 5 9 4	
	5 2 7 3 8 6	
7	4 9 6 3 1 5 2	
	5 8 1 9 2 6 4	
	9 3 7 5 2 8 1	
	6 2 8 7 4 9 3	
8	9 2 6 1 5 7 4 8	
	1 6 3 8 4 9 7 2	
	2 5 9 4 1 8 3 6	
	7 1 3 9 4 2 6 8	
9	7 3 5 2 6 9 4 8 1	
	5 1 4 8 3 7 9 2 6	
	3 8 2 4 9 6 1 7 5	
	9 7 4 6 1 8 3 5 2	

ANEXO 7

RECUERDO SERIAL DE PALABRAS

INSTRUCCIONES

“Ara et llegiré una llista de paraules i vull que m’escoltis atentament perquè així que jo acabi hauràs de repetir-les en el mateix ordre que jo les he llegides. Estàs preparat/da?”.

Bateria de tests de memòria de treball

Record serial de paraules

Nom: Data naix.:

Data: Edat: Puntuació:

Llar.	Paraules	Resposta	Encerts
3.1	nen, cel, forn		
3.2	full, arc, guix		
3.3	blanc, ma, molt		
3.4	coll, sis, peix		
4.1	llit, temps, gall, cos		
4.2	camp, lluç, bany, peu		
4.3	fang, pi, fruit, joc		
4.4	gel, mil, cas, prou		
5.1	noi, pic, tren, font, mel		
5.2	grip, mes, fam, tos, pell		
5.3	cas, mal, pou, juny, gas		
5.4	tub, groc, neu, vint, pes		
6.1	banc, flor, puny, fill, dau, vol		
6.2	pont, deu, junt, nit, braç, text		
6.3	cuc, vas, crit, llaç, drap, fil		
6.4	cinc, guant, mig, sac, pèl, veu		
7.1	vuit, port, salt, piu, cop, mar, dit		
7.2	ós, disc, mai, grau, tot, vent, pam		
7.3	ric, fons, tall, gent, cau, mut, vi		
7.4	pis, xai, pany, sal, pus, val, plat		

ANEXO 8
TEST DE REPETICIÓN
DE PSEUDOPALABRAS

INSTRUCCIONES

“ Ara escoltaràs paraules que no volen dir res a través dels auriculars del magnetòfon. Escoltaràs aquestes paraules una per una, i després d’escoltar cada paraula atentament l’hauràs de repetir exactament igual davant del micròfon de la gravadora. Estàs apunt?”

Bateria de tests de memòria de treball

Repetició de pseudoparaules

	Subjectes													
2 síl.labes:														
llafàts														
furí														
tèfa														
remúnt														
síla														
palús														
búpa														
pétja														
3.síl.labes														
gelésta														
celació														
vitirán														
pinsóres														
imajúts														
semblitell														
postátge														
escombànts														
4 síl.labes:														
decigarós														
llassegòta														
pistavirút														
esparfalít														
sumblimàga														
recugrifét														
despòrtima														
ferrigaldós														
5 síl.labes:														
acatèsfora														
malispertína														
pernicària														
llencanàtipa														
fumitàstima														
doutipenfla														
patxarejàva														
dijuntàtgina														

ANEXO 9

TEST DE MATRICES

INSTRUCCIONES

“Ara t’ensenyaré una graella amb quadrats blancs i negres. T’hauràs de fixar molt bé on estan els quadrats negres. Quan retiri la graella, hauràs de recordar on eren els quadrats negres i marcar-los en la graella en blanc que tu tens. Estàs apunt?. Mira atentament”

Bateria de tests de memòria de treball

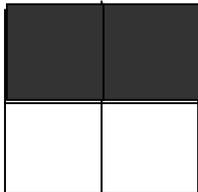
Test de matrius

Nom:..... Data naix.:

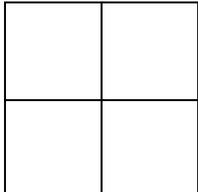
Data: Edat:..... Puntuació:.....

Quadernet d'estímuls

EXEMPLE:



Full de respostes



ANEXO 10
TEST DE
MEMORIA VISUAL FIGURATIVA

INSTRUCCIONES

“Teniu davant un full amb 24 dibuixos. Vaig a dir els noms d’aquests dibuixos un per un i heu d’anar assenyalant-los amb el dit mentre els vaig dient. Heu de mirar de recordar tantes coses com pugueu perquè després haureu de buscar quins són els dibuixos que han canviat. Esteu apunt?”

A continuación se nombran uno a uno los dibujos de la lámina

“Peix, avió, regadora, lloro, plàtan, tassa, tisoires, fulla, llum, cistell, pilota, arbre, abella, casa, gos, espelma, cavall, rellotge, lleó, formiga, poma, sol, llibre, conill”

“Ara ja podeu girar el full i haureu de marcar amb una creu tots els dibuixos que siguin diferents”

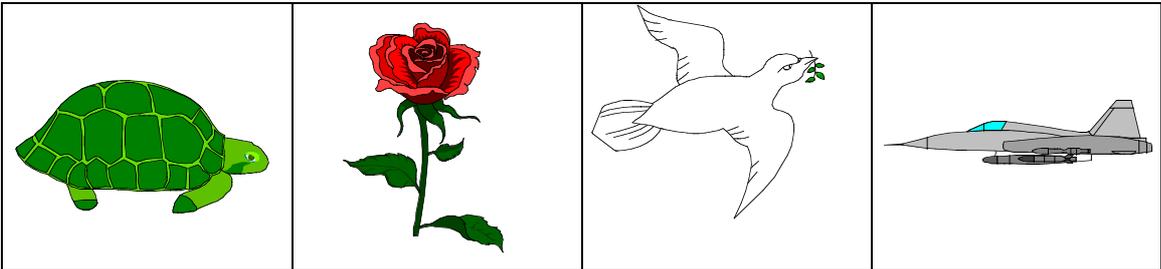
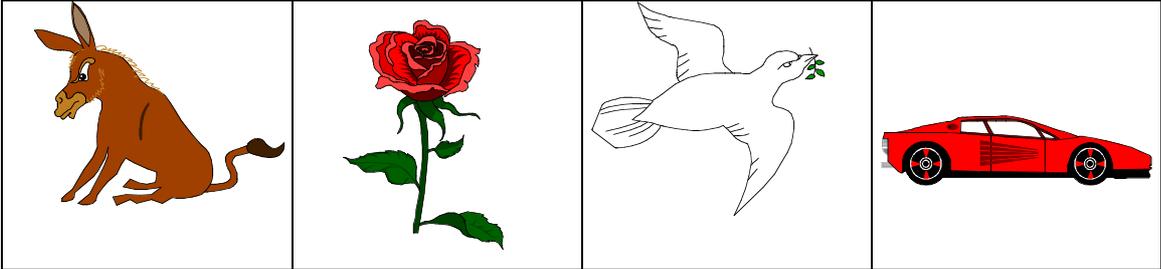
Bateria de tests de memòria de treball

Test de memòria visual figurativa

Nom:..... Data naix.:

Data: Edat:..... Puntuació:.....

Entrenament



ANEXO 11
TEST KATAKANA
DE BÚSQUEDA VISUAL

INSTRUCCIONES

“Quan jo digui ara haureu de donar la volta al full i buscar en cadascuna de les línies aquells dibuixos que siguin iguals que el dibuix que trobeu al principi de la ratlla. Tindreu un minut per marcar tants dibuixets com pogueu. Esteu apunt?”

(pasado un minuto) *“Prou. Feu una ratlla en el lloc on hagueu acabat”.*

ANEXO 12
RECUERDO SERIAL
DE DÍGITOS INVERSO

INSTRUCCIONES

“Vull que escoltis atentament mentre jo et llegeixo una llista de números. Després m’hauràs de dir la llista però aquesta vegada en lloc de dir-me els números tal com jo te’ls he dit, vull que me’ls diguis de l’inrevés, començant per l’últim número que jo t’he dit i acabant pel primer. Anem a provar-ho:

Si jo et dic 1,2, què hàs de dir tu?”

Niño: "2,1"

Examinador: "Molt bé. Anem a veure què passa ara amb tres números. Si jo et dic: 2, 3, 4, què m’has de dir tu?"

Niño: "4, 3, 2"

Examinador: "Molt bé. Estàs preparat?. Comencem”

Bateria de tests de memòria de treball

Record serial de dígit (endarrera)

Nom:..... Data naix.:

Data: Edat:..... Puntuació:.....

Llargada sèrie	Llista	Resposta
2	2 7	
	5 9	
	3 1	
	8 4	
3	8 1 4	
	6 3 7	
	4 6 2	
	9 4 3	
4	2 7 1 4	
	5 2 7 3	
	9 6 5 8	
	8 1 6 2	
5	8 1 4 9 2	
	3 5 8 2 6	
	5 7 1 4 2	
	4 6 3 1 5	
6	5 2 1 7 9 3	
	2 7 6 3 8 5	
	1 9 5 8 2 4	
	6 1 3 9 5 2	
7	8 3 5 2 9 4 1	
	7 9 2 6 1 5 3	
	8 5 2 4 9 3 6	
	9 6 2 8 1 4 7	
8	2 6 1 8 3 7 9 4	
	5 8 4 1 9 2 6 3	
	7 9 4 6 2 8 5 1	
	8 3 6 1 4 9 2 7	
9	4 7 1 9 6 2 5 3 8	
	7 3 5 8 6 1 9 4 2	
	9 3 7 2 5 8 1 6 4	
	1 7 4 9 2 5 8 6 3	

ANEXO 13

AMPLITUD DE ESCUCHAR

INSTRUCCIONES

“Ara et llegiré una frase curta i vull que em diguis si és veritat o mentida un cop hagi acabat de llegir-la. Escolta atentament. Estàs apunt?”

“Els lleons tenen quatre potes”

Niño: *“Veritat”*

Examinador: *“Ara et tornaré a repetir la frase però ara vull que quan jo acabi em repeteixis l’última paraula de la frase. Estàs apunt?”*

Niño: *“Potes”*

Examinador: *“Ara hauràs de mirar de fer les dues coses alhora. Jo et llegiré al frase una altra vegada i vull que primer em diguis si és veritat o mentida i després que em repeteixis l’última paraula de la frase. Estàs apunt?”*

“Els lleons tenen quatre potes”

Niño: *“Veritat, potes”*

Examinador: *“Ara tractarem de fer el mateix però amb dues frases en lloc d’una. Jo et llegiré la primera frase i tu has de contestar veritat o mentida. Després et llegiré la segona frase i vull que també em diguis veritat o mentida. Després sm’hauràs de repetir la darrera paraula de la primera frase i la darrera paraula de la segona frase. Procura dir les darreres paraules en el mateix ordre que jo te les he dites, o sigui, primer la darrera paraula de la primera frase i després la darrera paraula de la segona frase. Estàs apunt?”*

“Els peixos tenen cabells”

Niño: *“Mentida”*

Examinador: *“Els llibres tenen pàgines”*

Niño: *“Veritat. Cabells, pàgines”*

Bateria de tests de memòria de treball

Amplitud d'escoltar

Nom: Data naix.:

Data: Edat: Puntuació:

Entrenament

Llar.	Frase	Re	Paraules
1.1	Els lleons tenen quatre potes	V	
2.1	Els peixos tenen cabells	F	cabells
2.2	Els llibres tenen pàgines	V	pàgines

Test

Llar.	Frase	Re	Paraules
2a.1	Les taronges surten del mar		
2a.2	Les roses fan olor		
2b.1	Les cadires ponen ous		
2b.2	Els plàtans tenen dents		
2c.1	Les sabates són per als peus		
2c.2	Les pomes creixen en un arbre		
2d.1	Els gats van a l'escola		
2d.2	Els cavalls tenen cua		
3a.1	Els coches tenen rodes		
3a.2	Els conills tenen dues orelles		
3a.3	Les bicicletes mengen herba		
3b.1	Els homes tenen ales		
3b.2	Les gallines ponen ous		
3b.3	Els peixos saben ballar		
3c.1	Les vaques poden volar		
3c.2	Les dents són a la boca		
3c.3	Els gossos saben parlar		
3d.1	Les persones tenen dues cames		
3d.2	Les pedres són fortes		
3d.3	El cel és de color verd		
4a.1	El sol fa calor		
4a.2	Els plàtans van en bici		
4a.3	Els cavalls saben cantar		
4a.4	El nas està a la cara		
4b.1	Els peixos viuen a l'aigua		

4b.2	Els conills creixen als arbres		
4b.3	Els ànecs tenen bec		
4b.4	Els arbres porten bata		
4c.1	Els ocells tenen ales		
4c.2	Les granotes saben saltar		
4c.3	Els porcs tenen rodes		
4c.4	Les flors cacen rates		
4d.1	Els gats juguen a futbol		
4d.2	Els cavalls tenen finestres		
4d.3	Els taurons tenen dents		
4d.4	Els cotxes juguen a nines		
5a.1	Les taronges tenen orelles		
5a.2	Els nens tenen banyes		
5a.3	Els camions van per la carretera		
5a.4	Els pares són homes		
5a.5	Els barrets són per al cap		
5a.1	Les mones puguen als arbres		
5b.2	Els ocells mengen pedres		
5b.3	A l'hivern fa calor		
5b.4	Les taronges es venen a les botigues		
5b.5	Els plàtans són grocs		
5b.1	La pintura és una beguda		
5c.2	Els gats cacen rates		
5c.3	Els nens saben riure		
5c.4	Els elefants són molt petits		
5c.5	Els mestres treballen a l'escola		
5c.1	Les persones tenen dos ulls		
5d.2	Els camions tenen rodes		
5d.3	Les ovelles mengen herba		
5d.4	Els peixos saben parlar		
5d.5	El sol és fred		
6a.1	Les abelles poden picar		
6a.2	Les granotes tenen orelles		
6a.3	Els mitjons van als peus		
6a.4	Els germans creixen al jardí		
6a.5	Els cucs tenen dits		
6a.6	El foc és calent		
6b.1	A les botigues venen coses		
6b.2	Els cotxes van amb gasolina		
6b.3	Les muntanyes són molt petites		
6b.4	Els gossos atrapen els gats		
6b.5	Les maduixes són blaves		
6b.6	Als bancs hi ha diners		
6c.1	Els caramels són dolços		
6c.2	La galta es troba a la cama		
6c.3	Les culleres són per escriure		
6c.4	Els nens tenen tres braços		

6c.5	El gos té potes		
6c.6	Els cargols tenen closca		
6d.1	A la nit és fosc		
6d.2	El quadrat és rodó		
6d.3	El segell és per la carta		
6d.4	Les cireres són verdes		
6d.5	Els barcos poden volar		
6d.6	Les flors mengen patates		

Reserves: La neu és blanca, La taula té nas, L'ocell té rodes

ANEXO 14

AMPLITUD DE CONTAR

INSTRUCCIONES

“Obriré el quadern per la primera pàgina i vull que comptis els punts que hi veuràs en veu alta d’aquesta manera (el examinador abre la primera pàgina de práctica y cuenta en voz alta: uno, dos, tres, ... y después la página siguiente: uno, dos, tres, ...). Quan hakis comptat les dues pàgines de punts jo tancaré el quadernet i tu hauràs de recordar el nombre de punts que hi havia a la primera pàgina i després el de la segona”.

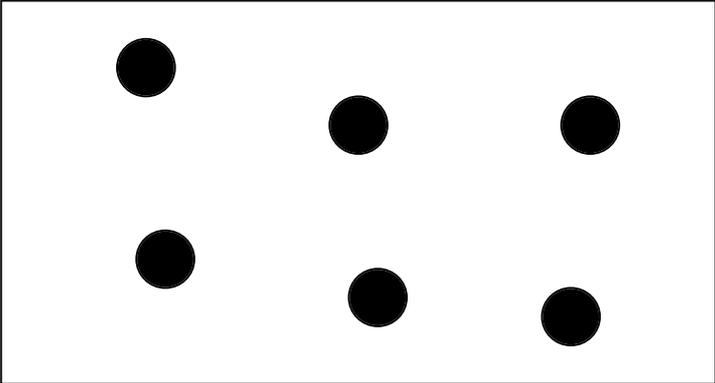
El examinador cierra el cuadernillo y dice: *“Sis, quatre. És important que em diguis els números en el mateix ordre que els has comptat. Ara ja podem començar. Estàs apunt?”*

Bateria de tests de memòria de treball

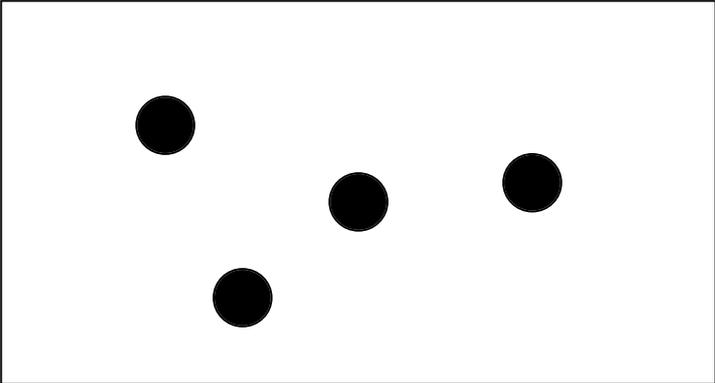
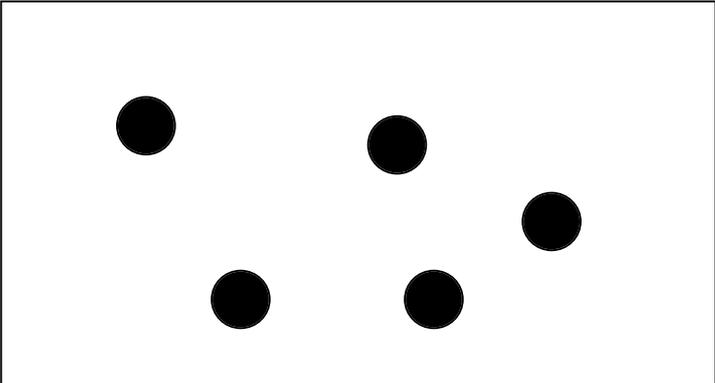
Amplitud de comptar

Quadern d'estímuls

Ea



Eb



Full de respostes

Amplitud d'escaltar

Nom:..... Data naix.:

Data: Edat: Puntuació:

Amplitud	Elements	Resultat	Record
2	3 5		
	4 6		
	5 4		
	6 3		
3	5 3 6		
	4 6 5		
	6 4 3		
	3 5 4		
4	6 4 3 5		
	4 5 6 3		
	5 4 3 6		
	3 5 6 4		
5	4 3 5 6 3		
	5 4 6 3 5		
	6 5 3 4 3		
	3 6 5 6 4		
6	6 5 3 4 6 3		
	5 6 4 3 5 6		
	3 5 4 6 5 3		
	6 4 3 5 4 5		

ANEXO 15
TEST DE COPIA Y REPRODUCCIÓN
DE UNA FIGURA COMPLEJA

INSTRUCCIONES

1. Es reparteix el full amb la figura B girat al revés i dos fulls en blanc: un per escriure-hi la còpia i en l'altre la reproducció.

2. Es llegeixen aquestes instruccions:

"Aquí teniu un dibuix que heu de copiar en un dels fulls en blanc. No cal que la còpia sigui exacta però, en canvi, és necessari fixar-se bé en les mides i, sobretot, no oblidar cap detall. No fa falta que aneu molt de pressa. Gireu el full de la figura com el model (se enseña como lo deben colocar) i comenceu".

3. Quan estiguin es deixa passar una estona que no excedeixi els tres minuts (es pot fer alguna activitat breu distractora: un fragment d'una çancó, etc...).

4. A continuació es diu que agafin el 2n full en blanc i es diu que hi posin el seu número identificatiu, la data i la paraula "reproducció".

5. Un cop s'ha comprovat que tots tenen les dades escrites, es llegeixen aquestes instruccions:

" En aquest full dibuixeu-hi de memòria la figura que abans heu copiat. Podeu començar per on vulgueu. Esteu preparats?. Comenceu."

6. Quan hagin acabat, es retiren tots els fulls.

ANEXO 16

TEST DE MEMORIA MY

INSTRUCCIONES

1. Es reparteixen els fulls de presentació-platja (amb el gomet groc) i el full de respostes-platja.

2. Es llegeixen aquestes instruccions:

*"Ara agafeu tots el primer full, el del gomet groc, obriu-lo com jo (es mostra) i mireu el dibuix de la PLATJA...; mireu bé durant una estona totes les coses que hi ha en aquest full, sense parlar ni dir res...; fixeu-vos bé en totes elles (es deixa un minut); fixeu-vos bé ara en el far...; mireu la gavina que està volant... i una altra que és en una roca a la vora del far...; mireu el vaixell gran que navega lluny...; mireu la barca de vela i la llanxa de motor...; a l'altre costat del far hi ha un avió de passatgers...; mireu l'arbre que hi ha a la vora de l'avió, a la costa...; a la platja hi ha un nen jugant amb una corda llarga...; a sobre del nen hi ha dues estrelles de mar i un cranc...; mireu la barqueta amb una corda per lligar-la...; tres nens juguen a futbol...; mireu una bicicleta...; un nen construïnt un castell; la pala i la galleda...; el parasol i el flotador...; una sabata vella, una ampolla bruta i una roda trencada...; el gos que està lladrant a dos nens que es banyen...; a la vora hi ha una àncora i una petxina...; fixeu-vos en la barca de remes en la que està pescant un nen... i en el pescador assegut en el moll...; ha pescat dos peixos força grossos...; al costat hi ha un nen amb una xarxa per recollir peixos...
Ara tanqueu el full i deixeu-lo a un costat, perquè us el recolliré. Mentrestant, agafeu tots l'altre full, sense gomet, i, sense obrir-lo, escriviu el vostre nom i cognom a davant".*

3. Es recullen els fulls de presentació-platja (full del gomet groc).

4. A continuació es llegeixen aquestes instruccions:

"Bé, ara obriu el full i mireu la platja. Fixeu-vos que en aquest dibuix, semblant al que heu vist abans, algunes coses han canviat. Mireu bé i assenyaieu amb una creu

(fer una creu a l'aire o a la pissarra) *els dibuixos de les coses que **abans no hi eren o ara són diferents**. No us heu de fixar en petits detalls o línies. Mireu, per exemple, l'ocell que hi ha volant a la vora del far...; abans era una gavina i ara una oreneta...; el dibuix és diferent i per això s'ha assenyalat amb una creu... ho veieu?... Fixeu-vos ara a l'altre costat, a la platja...; veureu que ara hi ha una tenda de càmping que abans no hi era...; bé, doncs assenyaieu la tenda amb una creu...feu-ho...Si us equivoqueu, encercleu amb una rodona la creu, així...(MOSTRAR); això vol dir que aquesta creu no val perquè abans us havíeu equivocat. Heu entès el que heu de fer?... (en aquest moment es comprova que els nens han posat una creu sobre la tenda de camping). Ara vosaltres sols, sense mirar als companys, fixeu-vos bé en totes les coses de la platja i assenyaieu amb una creu les que **abans no hi eren o ara són diferents**. Comenceu!"*

Quan s'acaba el primer i el segon minut del temps, és convenient repetir la frase: "*Seguiu mirant bé totes les coses, i assenyaieu amb una creu les que **abans no hi eren o ara són diferents***".

5. Passats els tres minuts es diu que tanquin el full i el deixin en un costat.

6. Es recull el full de respostes-platja i es reparteixen els fulls de presentació-granja (full gomet verd) i els fulls de resposta-granja.

7. Es llegeixen aquestes instruccions:

"Ara mirareu un altre dibuix. Agafeu el full amb el gomet verd i obriu-lo..., és una granja. Mireu bé durant una estona totes les coses que hi ha en aquest full, sense parlar ni dir res...; fixeu-vos bé en totes les coses...(ES CONCEDEIX UN MINUT). Ara, mireu el sol i els tres arbres que hi ha a sota...; més avall hi ha dues vaques...; fixeu-vos a l'altre costat, el tractor enmig d'un camp treballat...; a sobre hi ha una caseta i a la vora un conill...; més amunt al final del camí, hi ha una església amb una creu a la torre...; més avall hi ha una bassa amb un ànec nedant i tres aneguets...; a més, hi ha dos ànecs fora de l'aigua...; a la vora hi ha un senyor

recollint fruita d'un arbre i posant-la en un cistell... fixeu-vos en el grup d'arbres fruiters i el cavall...; mireu la casa dels porcs amb tres porquets i la seva mare...; la casa té dues finestres...; a sobre del teulat hi ha un gat dret...; a fora hi ha un cànir, una pala i un tronc vell d'arbre...; mireu els xais...; hi ha una cabra negra enmig d'elles...; en el galliner hi ha una gallina a sobre de la caseta, al costat d'un niu amb tres ous...; hi ha uns ac de pinso oberts...; la casa gran de la granja té una xemeneia que no hi surt fum...; a la vora de la porta hi ha un gos amb una caseta petita en la que no hi cap...

Ara tanqueu el full i deixeu-lo a un costat, perquè us el recolliré. Mentrestant, agafeu tots l'altre full i, sense obrir-lo, escriviu el vostre nom i cognom a davant".

8. Es recullen els fulls de presentació-granja (gomet verd).

9. A continuació es llegeixen aquestes instruccions:

*"Bé, ara obriu el full i mireu la granja. Fixeu-vos que en aquest dibuix, semblant al que heu vist abans, algunes coses han canviat. Mireu bé i assenyaieu amb una creu (fer una creu a l'aire o a la pissarra) els dibuixos de les coses que **abans no hi eren o ara són diferents**. No assenyaieu les herbes, ni les pedres del camí ni les espigues, perquè totes estan bé. Si us equivoqueu, encercleu amb una rodona la creu, així...(mostrar); això vol dir que aquesta creu no val perquè abans us havíeu equivocat. Heu entès el que heu de fer?. Ara vosaltres sols, sense mirar als companys, fixeu-vos bé en totes les coses de la platja i assenyaieu amb una creu les que **abans no hi eren o ara són diferents**. Comenceu!"*

Quan s'acaba el primer i el segon minut del temps, és convenient repetir la frase:

*"Seguiu mirant bé totes les coses, i assenyaieu amb una creu les que **abans no hi eren o ara són diferents**".*

10. Passats els tres minuts es diu que tanquin el full i el deixin en un costat.

ANEXO 17
TEST DE MATRICES PROGRESIVAS
DE RAVEN: ESCALA ESPECIAL

INSTRUCCIONES

"A continuació t'aniré ensenyant dibuixos. A cada full hauràs de contestar quin tros de dibuix dels que hi ha a sota posaries per completar el dibuix de dalt.

(s'ensenyà el primer full). Fixa't en aquest primer dibuix. Hi ha línies verticals i línies horitzontals, i cal buscar quin tros falta a baix. (es deixa un moment perquè el nen busqui).

El tros que falta per completar el dibuix és el 4. Per tant, tu has de contestar "el 4".

Ara ho provarem una altra vegada amb el següent full: quin tros falta? (es deixa un moment perquè el nen pensi). Molt bé. El 5.

Bé, a partir d'ara m'hauràs d'anar dient en cada dibuix quin tros de baix hi falta.

Estàs preparat/da?"

(es comença amb el full A-3 i es va fent fins al final).

ANEXO 18
P.P.A.I.: RAPIDESA DE CÀLCUL
SUMES

INSTRUCCIONES

“Us he donat un full, que no podeu girar fins que jo us ho digui. Ara, escriviu el vostre número a la part de dalt del full” (S’espera que tots els nens i nenes l’hagin escrit).

“En aquest full hi teniu operacions de sumar. Quan jo us digui ara, girareu el full i començareu a fer les operacions. Les aneu fent tan ràpid com pogueu i el millor possible”.

“Quan digui prou, gireu el full fins que el recollim”.

“Preparats... Comenceu”

Pasado un minuto la ayudante del investigador dice *“Prou, gireu el full”*, y se recoge la prueba.

ANEXO 19
P.P.A.I.: RAPIDESA DE CÀLCUL
RESTES

INSTRUCCIONES

“Us he donat un full, que no podeu girar fins que jo us ho digui. Ara, escriviu el vostre número a la part de dalt del full” (S’espera que tots els nens i nenes l’hagin escrit).

“En aquest full hi teniu operacions de restar. Quan jo us digui ara, girareu el full i començareu a fer les operacions. Les aneu fent tan ràpid com pugueu i el millor possible”.

“Quan digui prou, gireu el full fins que el recollim”.

“Preparats... Comenceu”

Pasado un minuto la ayudante del investigador dice *“Prou, gireu el full”*, y se recoge la prueba.

ANEXO 20

**TEST DE NORMALIDAD DE KOLMOGOROV-
SMIRKOV**

ANEXO 21
P.A.M.T.: RECUERDO SERIAL DE PALABRAS
DIRECTO

INSTRUCCIONES

Administración escrita:

“Ara us repartiré un full amb una llista de paraules. Les heu de memoritzar en el mateix ordre que estan escrites. Quan jo us digui prou, haureu de girar el full i escriure-les en el mateix ordre que les heu apreses en el full de darrera. Esteu preparats/des?”

Administración oral:

“Ara us llegiré una llista de paraules i vull que m’escolteu atentament perquè així que jo acabi haureu de repetir-les en el mateix ordre que jo les he llegides. Esteu preparats/des?”.

MEMÒRIA DE PARAULES DIRECTE 1

Memoritzza aquestes paraules:

1 **PAPER**

2 **OS**

3 **CASA**

4 **ARBRE**

MEMÒRIA DE PARAULES DIRECTE 1

Repeteix les paraules de la pàgina anterior en el mateix ordre:

1

2

3

4

ANEXO 22
P.A.M.T.: RECUERDO SERIAL DE DÍGITOS
DIRECTO

INSTRUCCIONES

Administración escrita:

“Ara us repartiré un full amb sèries de números. Heu de memoritzar les sèries una a una en el mateix ordre que estan escrites. Cada vegada que jo us digui prou, haureu de girar el full i escriure la sèrie en el mateix ordre que l’heu apresada en el full de darrera. Esteu preparats/des?”

Administración oral:

"Tot seguit us llegiré una llista curta de números. Vull que escolteu ben atentament els números perquè així que jo acabi de llegir la llista vosaltres l'haureu de repetir exactament en el mateix ordre que l'heu sentida. Esteu preparats/des? –Escolteu atentament."

MEMÒRIA DE NÚMEROS DIRECTE 1

Memoritza aquestes sèries de números

1 – 2 – 5

9 – 8 – 1

7 – 9 – 8

MEMÒRIA DE NÚMEROS DIRECTE 1

Repeteix les sèries de números de la pàgina anterior en el mateix ordre :

ANEXO 23

**P.A.M.T.: RECUERDO SERIAL DE DÍGITOS.
NÚMEROS GRANDES DE COLORES**

INSTRUCCIONES

Administración escrita:

“Ara us ensenyaré una sèrie de números de colors. L’heu de memoritzar en el mateix ordre que estan posats. Quan jo us digui ja, haureu d’escriure la sèrie en el mateix ordre que l’heu apresada en el full. Esteu preparats/des?”

Administración oral:

“Ara us ensenyaré una sèrie de números de colors. L’heu de memoritzar en el mateix ordre que estan escrits. Quan jo us digui ja, haureu de repetir en veu alta la sèrie en el mateix ordre que estava posada. Esteu preparats/des?”

ANEXO 24

P.A.M.T.: REGLETAS “CABIROL”

INSTRUCCIONES

“Fixeu-vos en aquests reglets. Cada reglet, segons la llargada i el color, té un valor:

1: fusta natural

2: rosa

3: blau cel

4: vermell

5: verd

6: lila

7: groc

8: granat

9: blau fosc

10: marró

Heu d’aprendre quan val cada reglet segons el seu color i la llargada. Esteu preparats/des?”

ANEXO 25
P.A.M.T.: RECUERDO SERIAL DE DÍGITOS.
REGLETAS “CABIROL”

INSTRUCCIONES

Administración escrita:

“Ara us ensenyaré una sèrie de reglets. Heu de pensar el valor de cada reglet i heu de memoritzar els números que representen en el mateix ordre que us els he ensenyats. Quan jo us digui ja, haureu d’escriure la sèrie de números en el mateix ordre que l’heu apresat en el full de darrera. Esteu preparats/des?”

Administración oral:

“Ara us ensenyaré una sèrie de reglets. Heu de pensar el valor de cada reglet i l’heu de memoritzar en el mateix ordre que estan posats. Quan jo us digui ja, haureu de repetir en veu alta la sèrie en el mateix ordre que l’heu apresat. Esteu preparats/des?”

Parte superior: 9-5-7-6 Parte inferior: 7-3-4-5

ANEXO 26
P.A.M.T.: RECUERDO SERIAL DE DÍGITOS.
MÁQUINA DE AÑADIR Y QUITAR

INSTRUCCIONES

Administración escrita:

“Ara tirarem grups de pedretes de colors dins de la caixa. Heu de memoritzar per ordre la quantitat de pedretes de cada color que tirem. Quan jo us digui ja, haureu d’escriure el número de pedretes de cada color que hem tirat dins de la caixa en el mateix ordre que les hem tirades. Per exemple: si tirem 2 pedretes grogues, 3 de blaves i 1 de vermella, haureu d’escriure: 2, 3, 1. Esteu preparats/des?”

Administración oral:

“Ara tirarem grups de pedretes de colors dins de la caixa. Heu de memoritzar per ordre la quantitat de pedretes de cada color que tirem. Quan jo us digui ja, haureu de repetir el número de pedretes de cada color que hem tirat dins de la caixa en el mateix ordre que les hem tirades. Per exemple: si tirem 4 pedretes grogues, 5 de blaves i 2 de vermelles, haureu de dir: 4, 5, 2. Esteu preparats/des?”

ANEXO 27

P.A.M.T.: ASOCIACIÓN NUMÉRICA

INSTRUCCIONES

“En aquest full hi ha dibuixos, i a cada dibuix li correspon un número. Heu de fixar-vos molt bé en quin és el número que correspon a cada dibuix. Quan jo us digui ja, haureu de girar el full i escriure en les pàgines següents quin número correspon a cada dibuix”

ANEXO 28
P.A.M.T.: RECUERDO SERIAL DE PALABRAS.
INVERSO

INSTRUCCIONES

Administración escrita:

“Ara us repartiré un full amb una llista de paraules. Les heu de memoritzar en el mateix ordre que estan escrites. Quan jo us digui prou, haureu de girar el full i escriure-les en l’ordre invers que les heu apreses. Per exemple: si hi ha “nen”, “casa” i “sol” haureu d’escriure “sol”, “casa” i nen”. Esteu preparats/des?”

Administración oral:

“Ara us llegiré una llista de paraules i vull que m’escolteu atentament perquè així que jo acabi haureu de repetir-les en l’ordre invers que jo les he llegides. Per exemple: si jo he dit “cotxe”, “pilota” i “tren”, haureu de dir “tren”, “pilota” i “cotxe”. Esteu preparats/des?”

MEMÒRIA DE PARAULES INVERS 1

Memoritzza aquestes paraules:

1 MELÓ

2 INDI

3 NAS

MEMÒRIA DE PARAULES INVERS 1

Repeteix les paraules de la pàgina anterior en l'ordre invers a com les has apreses:

1

2

3

ANEXO 29
P.A.M.T.: RECUERDO SERIAL DE DÍGITOS.
INVERSO

INSTRUCCIONES

Administración escrita:

“Ara us repartiré un full amb una sèrie de números. Les heu de memoritzar una a una en el mateix ordre que estan escrites. Cada vegada que jo us digui prou, haureu de girar el full i escriure la sèrie en l'ordre invers que l'heu apresada. Per exemple: si hi ha 2, 5 i 1 haureu d'escriure 1, 5 i 2. Esteu preparats/des?”

Administración oral:

“Ara us llegiré una sèrie de números i vull que m'escolteu atentament perquè així que jo acabi haureu de repetir-la en l'ordre invers que jo l'he llegida. Per exemple: si jo he dit 9, 7, 4, haureu de dir 4, 7, 9. Esteu preparats/des?”

MEMÒRIA DE NÚMEROS INVERS 1

Memoritzza aquestes sèries de números:

3 - 8

4 - 6

2 - 9

MEMÒRIA DE NÚMEROS INVERS 1

Repeteix les sèries de números de la pàgina interior en ordre invers:

ANEXO 30
P.A.M.T.: AMPLITUD DE
CONTAR DIBUJOS

INSTRUCCIONES

“Obriu el quadern per la primera pàgina i compteu els dibuixos que hi ha a cada grup (el examinador abre la primera página de práctica y cuenta en voz alta: uno, dos, tres, ...). Quan hagiis comptat els dibuixos hauràs de recordar el nombre de dibuixos de cada grup que hi havia a la primera pàgina i després escriure-ho a la segona pàgina. Ara ja podem començar. Esteu apunt?”

AMPLITUD DE COMPTAR DIBUIXOS 1

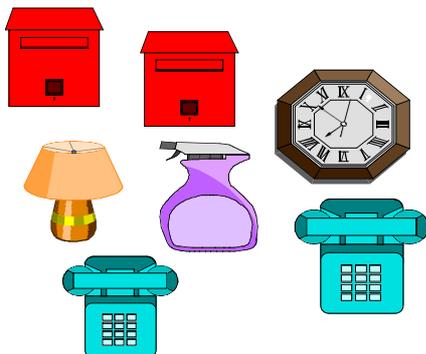
Observa aquests dibuixos i compta un per un els elements que hi ha a cada grup:



GRUP 1



GRUP 2



GRUP 3

AMPLITUD DE COMPTAR DIBUIXOS 1

Quants elements hi havia en el grup 1?

Quants elements hi havia en el grup 2?

Quants elements hi havia en el grup 3?

ANEXO 31

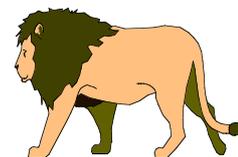
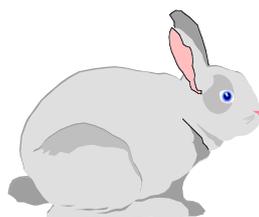
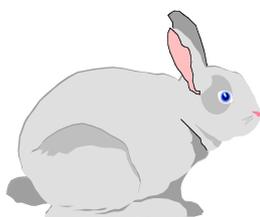
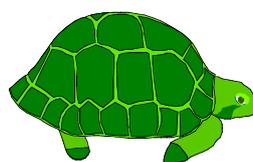
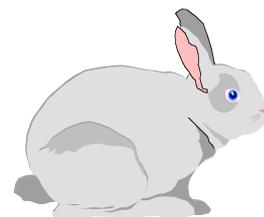
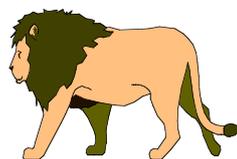
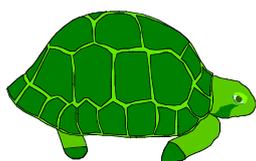
P.A.M.T.: RECUERDO DE CANTIDADES

INSTRUCCIONES

“Obriu el quadern per la primera pàgina i compteu la quantitat de dibuixos que hi ha de cada tipus en veu alta d’aquesta manera (el examinador abre la primera pàgina de pràctica y cuenta en voz alta: uno, dos, tres, ...). Quan els hagueu comptat, haureu de recordar el nombre de dibuixos de cada tipus que hi havia a la primera pàgina i després escriure-ho a la segona pàgina. Ara ja podem començar. Esteu apunt?”

RECORD DE QUANTITATS 1

Observa bé aquests dibuixos:



RECORD DE QUANTITATS 1

Quants  hi ha a la pàgina anterior?

Quantes  hi ha a la pàgina anterior?

Quants  hi ha a la pàgina anterior?

ANEXO 32

P.A.M.T.: AMPLITUD DE LECTURA DE PALABRAS

INSTRUCCIONES

“En aquest full hi ha frases escrites. Heu de llegir-les una a una i dir cada vegada si és veritat o mentida. Per exemple, si hi ha la frase?

“Quantes potes tenen els lleons?. Quatre”

Què hauríeu de dir?

Niño: *“Veritat”*

Examinador: *“Ara tornarem a repetir la frase i quan jo acabi haureu de repetir l’última paraula de la frase. Esteu apunt?”*

Niño: *“Quatre”*

Examinador: *“La prova consisteix en fer les dues coses alhora. Us diré una altra vegada la frase i primer heu de dir si és veritat o mentida i després heu de repetir l’última paraula de la frase. Esteu apunt?”*

“Quantes potes tenen els lleons?. Quatre.”

Niño: *“Veritat, quatre”*

Examinador: *“Ara tractarem de fer el mateix però amb dues frases en lloc d’una. Jo diré la primera frase i haureu de contestar veritat o mentida. Després llegiré la segona frase i també heu de dir veritat o mentida. Després haureu de repetir la darrera paraula de la primera frase i la darrera paraula de la segona frase. Procureu dir les darreres paraules en el mateix ordre que jo te les he dites, o sigui, primer la darrera paraula de la primera frase i després la darrera paraula de la segona frase. Estàs apunt?”*

Quants ulls tenen els peixos? Tres.”

Niño: *“Mentida”*

Examinador: *“Quantes lletres té la paraula AMOR?. Quatre”*

Niño: *“Veritat. Tres, quatre”*

Si ho heu entès, ja podeu anar-ho fent en el quadern. Un cop hagueu llegit cada frase, heu d’escriure si és vertadera o falsa, i a la pàgina de darrera heu d’escriure la darrera paraula de cada frase. Podeu començar.”

AMPLITUD DE LECTURA DE PARAULES 1

Llegeix cada frase i escriu si és vertadera (V) o falsa (F). Després gira el full i repeteix de memòria quina era la darrera paraula de cada frase.

1. Quants ous són mitja dotzena? Set

2. Quantes ales té la mosca? Tres

3. Quantes pomes hi ha en un parell? Dos

Escriu l'última paraula de cada frase de memòria:

1

2

3

ANEXO 33

P.A.M.T.: MEMORY “FRUTAS”

INSTRUCCIONES

“Ara jugarem al memory tots junts. En aquest joc tenim 30 targetes amb diferents quantitats de fruites: peres o cireres. Totes les targetes estan girades al revés. Un de vosaltres aixecarà dues targetes i les ensenyarà bé als altres companys. Si les dues targetes són iguals, és a dir, hi ha la mateixa quantitat de peres o de cireres, us quedareu la parella i podreu tornar a aixecar una altra parella de targetes. Si les dues targetes no són iguals, les haureu de deixar exactament en el mateix lloc d'on les heu tretes i passar el torn al company/a del vostre costat. Guanya qui al final té més targetes. Esteu preparats/des?”

ANEXO 34

P.A.M.T.: MEMORY “LÁPICES Y TIJERAS”

INSTRUCCIONES

“En aquest joc tenim 30 targetes de diferents quantitats de llapis o tisores. Totes les targetes estan girades al revés. Un de vosaltres aixecarà dues targetes i les ensenyarà bé als altres companys. Si les dues targetes són iguals, és a dir, hi ha la mateixa quantitat de llapis o de tisores, us quedareu la parella i podreu tornar a aixecar una altra parella de targetes. Si les dues targetes no són iguals, les haureu de deixar exactament en el mateix lloc d'on les heu tretes i passar el torn al company/a del vostre costat. Guanya qui al final té més targetes. Esteu preparats/des?”

ANEXO 35

P.A.M.T.: MEMORY “LA GRANJA”

INSTRUCCIONES

En este caso hay dos variaciones:

a) En el juego se forman pares:

“En aquest joc tenim 60 targetes de diferents quantitats de diferents coses d’una granja. Totes les targetes estan girades al revés. Un de vosaltres aixecarà dues targetes i les ensenyarà bé als altres companys. Si les dues targetes són iguals, és a dir, hi ha la mateixa quantitat d’elements, us quedareu la parella i podreu tornar a aixecar una altra parella de targetes. Si les dues targetes no són iguals, les haureu de deixar exactament en el mateix lloc i passar el torn al company/a del vostre costat. Guanya qui al final té més targetes. Esteu preparats/des?”

b) En el juego se forman tríos:

“En aquest joc tenim 60 targetes de diferents quantitats de diferents coses d’una granja. Totes les targetes estan girades al revés. Un de vosaltres aixecarà tres targetes i les ensenyarà bé als altres companys. Si les tres targetes són iguals, és a dir, hi ha la mateixa quantitat d’elements, us quedareu el trio i podreu tornar a aixecar tres targetes més. Si les tres targetes no són iguals, les haureu de deixar exactament en el mateix lloc i passar el torn al company/a del vostre costat. Guanya qui al final té més targetes. Esteu preparats/des?”

ANEXO 36
P.A.M.T.: RECUERDO DE HISTORIAS

INSTRUCCIONES

“A continuació us llegiré una història en la que els protagonistes són animals. Estigueu molt atents perquè quan acabi haureu de respondre unes preguntes.”

SERENATA A UNA GOSSETA

1. Quin temps sol fer a l'hivern?
2. Què li ha passat a la gosseta?
3. Per què creieu que li ha passat?
4. Què és el que crida l'atenció de la gosseta?
5. Sabeu què és una serenata?
6. Per què la gosseta no sent la música de la guitarra?
7. Com acaba la història?

ANEXO 37
EXCLUSIÓN SUJETOS GRUPO EXPERIMENTAL-
GRUPO CONTROL
SEGÚN C.I.

Exclusión de sujetos a partir de la Escala Especial del Test de Matrices Progresivas de Raven (1956):

COLEGIO 2 (N=23) Casos 25-47		COLEGIO 4 (N=20) Casos 59-78		COLEGIO 5 (N=16) Casos 79-94	
>14	<14	>14	<14	>14	<14
nº caso-P.D.	nº caso-P.D.	nº caso-P.D.	nº caso-P.D.	nº caso-P.D.	nº caso-P.D.
35-12	32-14	76-12	59-15	84-12	87-14
40-13	33-14	71-13	62-15		79-15
44-13	42-14		75-15		81-15
46-13	25-15		61-16		82-15
	26-15		70-16		93-15
	28-18		72-17		94-15
	37-18		74-17		83-17
	41-18		66-18		85-17
	27-19		77-18		91-17
	31-19		60-19		86-18
	38-19		68-19		90-19
	29-20		65-20		80-20
	30-20		67-20		88-21
	39-20		69-20		89-23
	43-20		78-22		92-22
	34-21		63-25		
	47-21		64-25		
	36-22		73-26		
	45-22				

Recordamos que han sido excluidos todos los sujetos con una puntuación directa inferior a 14 en el test de Matrices Progresivas: Escala Especial, de Raven (1956).