

El papel de la agenda visoespacial en la adquisición del vocabulario ortográfico

Antonio J. Manso y Soledad Ballesteros
Universidad Nacional de Educación a Distancia

El primer objetivo de este estudio fue comprobar la implicación de la agenda visoespacial en el aprendizaje y en la producción ortográfica. También pretende comprobar los efectos de dos tareas secundarias de naturaleza auditiva y espacial, respectivamente, en la escritura de palabras sujetas a norma ortográfica presentadas oral y visualmente. En el estudio participaron 178 niños de segundo y quinto curso de Educación Primaria, distribuidos en cuatro grupos según la condición experimental (control, supresión articulatoria, rotación mental y doble tarea). Cada participante escribió la misma serie de palabras de una determinada dificultad ortográfica bajo tres tipos de presentación diferentes. El primer tipo fue auditivo, el segundo fue visual y el tercero fue de nuevo auditivo. Los resultados sugieren la participación de la agenda visoespacial en el aprendizaje ortográfico visual y la eficacia de las presentaciones visuales en la automatización y afianzamiento de dicho aprendizaje; también muestran la formación progresiva del lexicón ortográfico en los niños.

The role of the visuo-spatial sketch pad in writing acquisition. The first goal of the study was to show the implication of the visuospatial sketch pad in learning to write orthographic words. The second goal was to study the effects of two secondary tasks (one visual and one auditory) on writing words of especial orthographic difficulty. In the study, 178 second and fifth grade school children performed a writing task under one of the following experimental conditions: control, articulatory suppression, mental rotation or double task. Each participant wrote the same series of words under three modes of presentation. The first presentation was auditory, the second was visual, and the third was auditory. The results suggest the implication of working memory in learning to write and the effectiveness of visual presentations. The study also shows the gradual development of orthographic lexicon in children.

El modelo de *memoria de trabajo* propuesto por Baddeley y Hitch (1974), y reelaborado después por Baddeley (1986, 1992, 1996), ha generado un gran número de investigaciones destinadas a aclarar el papel de la memoria a corto plazo en la ejecución de diferentes tareas de aprendizaje. Este modelo considera la *memoria de trabajo* como el sistema cognitivo encargado de manipular y almacenar temporalmente la información necesaria para realizar tareas mentales complejas, como la comprensión del lenguaje o el razonamiento (Baddeley, 1992). Según este modelo, la memoria operativa se compone de tres elementos: *el ejecutivo central*, *el bucle fonológico* y *la agenda visoespacial*. El *ejecutivo central* se ocuparía de los aspectos atencionales y estratégicos y su misión sería controlar, coordinar y supervisar las actividades realizadas por el sistema cognitivo. El *bucle fonológico* y a la *agenda visoespacial* se consideran como subsistemas auxiliares específicos de la modalidad. El primero estaría encargado de la conservación transitoria del material que se codifica verbalmente (Baddeley, 1986) mientras que la *agenda visoespacial* sería responsable del

mantenimiento y manipulación de las imágenes visoespaciales y de la información verbal codificada en forma icónica. Se supone que la estructura y características del *bucle fonológico* y de la *agenda visoespacial* son similares, ya que ambos tienen una capacidad limitada y son muy susceptibles a las interferencias. Su existencia como recursos diferenciados para codificar la información verbal o visoespacial se ha corroborado tanto experimental (Logie, 1986, 1995; Quinn y McConnell, 1996) como neurológicamente (Hanley, Young y Pearson, 1991).

El *bucle fonológico* ha generado un gran número de investigaciones. Se le considera especialmente implicado en el aprendizaje del lenguaje lectoescrito y responsable directo de los errores ortográficos de carácter fonológico. Según Baddeley, este sistema auxiliar está compuesto por un *almacén fonológico*, que procesa y retiene la información oral durante uno o dos segundos, y por un *mecanismo de repetición* subvocálico que fortalece la huella de la información contenida en el almacén. De este modo, se alarga el tiempo de permanencia de la información en la memoria de trabajo y se evita su decaimiento (Baddeley, Lewis y Vallar, 1984; Logie, 1995). Además, el proceso de repaso articulatorio participa en la transformación de los códigos no fonológicos en fonológicos, necesaria para su registro en el bucle.

La estructura y el funcionamiento de la *agenda visoespacial* es bastante menos conocida. Aunque se han realizado estudios sobre este sistema (Baddeley, Grant, Wight y Thomson, 1975; Baddeley

y Lieberman, 1980), su número hasta el momento ha sido mucho menor. Sin embargo, se supone que cuenta con un mecanismo de repaso que prolonga la duración de la huella visoespacial en la memoria de trabajo. La *agenda visoespacial* está bajo el control del *ejecutivo central* y especializada en la producción y manejo de imágenes mentales (Baddeley, 1986; Baddeley, Thomson y Buchanan, 1975; Baddeley y Lieberman, 1980; Logie, 1995). Esta agenda participa en actividades de orientación espacial, en la comprensión de textos y en el cálculo mental (Jones y Morris, 1992).

Aunque el funcionamiento de la *memoria de trabajo* ha sido objeto de numerosas investigaciones, no nos consta que se haya estudiado hasta el momento su implicación en el aprendizaje de la ortografía. La razón de la escasez de trabajos sobre la ortografía puede deberse a que tradicionalmente se consideraba que el objeto de la lingüística era la forma hablada del lenguaje (Bloomfield, 1970; Saussure, 1972), que la lectura y la escritura eran las dos caras de una misma moneda y que la escritura incluía buena parte de las habilidades implicadas en la lectura. Sin embargo, en la actualidad muchos autores consideran que la escritura y la ortografía requieren unas habilidades diferentes, mucho más exigentes que las de la lectura. Para escribir correctamente no basta con poseer una memoria vaga de las palabras, suficiente quizá para el reconocimiento lector, sino que hace falta poseer una imagen completa y elaborada en la memoria gráfemica (Frith, 1980). Aunque se puede leer basándose en un reconocimiento burdo del patrón visual de la palabra, la ortografía requiere un conocimiento más detallado y explícito (Frith y Frith, 1993).

La necesidad de explicar los procesos implicados en el aprendizaje, mantenimiento, recuperación y producción ortográfica ha dado lugar durante las últimas décadas al desarrollo de varios modelos teóricos, en continua transformación y adaptación. Unos, *los conexionistas*, ponen de relieve los aspectos del conocimiento de la palabra que entran en funcionamiento simultáneamente y en paralelo en la realización ortográfica. Otros, *los modelos de doble ruta*, pretenden explicar que en el aprendizaje y en la producción ortográfica se utilizan dos vías que pueden funcionar conectadas o disociadas. En este último marco se inscriben una serie de estudios sobre las dificultades específicas en el aprendizaje de la lectoescritura y sobre los distintos tipos de dislexia (Alegría y Mousty, 1997; Bradley y Huxford, 1994; Goodman y Caramazza, 1986; Morton, 1980; Patterson y Shevell, 1987).

El modelo de Goodman y Caramazza (1986) resume los presupuestos del paradigma de la doble ruta que ha orientado nuestra investigación, ya que explica con claridad el flujo de la información a través de los diferentes elementos del sistema cognitivo y tiene la ventaja de estar en armonía con el modelo de memoria que sustenta nuestro trabajo. Los modelos de *doble ruta* sugieren que la información sobre la estructura sónica de la palabra se almacenaría en un *módulo fonológico*, mientras que la información sobre las letras o sobre patrones de letras se guardaría en un *módulo ortográfico-visual*. De esta manera, se estructuran en el cerebro dos rutas diferentes y con cierto margen de independencia, que explican el recorrido seguido por la mente en el aprendizaje y en la ejecución ortográfica. En este trabajo intentaremos esclarecer algunas características específicas de una de esas rutas, la *vía visual*, también conocida como *ruta léxica* o *ruta directa*.

El papel atribuido a la *ruta visual* parece especialmente importante en la escritura de palabras para las que no basta con el conocimiento de las reglas de correspondencia fonema-grafema, o viceversa. Un déficit en la ruta visual haría muy difícil la escritura

correcta de palabras que contienen fonemas con dos o más alternativas gráfemicas (b-v; c-k-qu; ll-y; h-0; g-j). En español hay un número muy elevado de este tipo de palabras que dependen de esta ruta, (por encima de las 70.000), ya que su grafía no puede obtenerse simplemente desde el procesador fonológico. Precisamente este tipo de palabras pone de manifiesto la necesidad de una habilidad ortográfico-visual y, por tanto, de un procesador visual específico. Este procesador se activaría también en la escritura de las palabras que respetan la correspondencia fonema-grafema y no solamente en las irregulares o caprichosas (Adams, 1990).

Como resultado de la experiencia más o menos repetida con las palabras presentadas visualmente se iría formando el módulo *ortográfico-visual*, que constituiría el almacén de las palabras cuya ortografía ha sido ya aprendida. Este almacén se conectaría, de forma automática y directa, con el almacén semántico y también con el almacén fonológico. De esta forma, la ortografía de la palabra podría producirse a partir del módulo ortográfico-visual desde la pronunciación o por la estimulación del significado solamente.

El proceso ortográfico consiste básicamente en el procesamiento y uso de información fonológica y visual. Los procesos de codificación y decodificación necesarios en la escritura ocurren en algún «módulo» de la memoria, sea ésta a corto o a largo plazo. Es en la memoria donde se produce la transformación de la información gráfica en fonológica y viceversa; de aquí que se incluyan las habilidades de memoria entre las causas del buen o mal funcionamiento de la adquisición del conocimiento ortográfico. Algunos estudios, incluso, han confirmado experimentalmente que las medidas de la conciencia fonológica, la memoria de trabajo y la capacidad de recuerdo son los contribuyentes específicos más directos al rendimiento ortográfico y lector (Adams, 1990; Frith, 1980; Vellutino, 1979).

Este estudio, realizado desde el marco teórico del modelo *memoria de trabajo* de Baddeley y Hitch (1974) y el de *doble ruta* de Goodman y Caramazza (1986), tiene un doble objetivo. Por un lado, intenta comprobar si variables como la longitud y la frecuencia de la palabra, o la práctica de la supresión articulatoria producen efectos similares en el lenguaje escrito a los hallados en el lenguaje oral; por otro, pretende averiguar la implicación de la *agenda visoespacial* en el lenguaje escrito; sobre todo, en la formación del *lexicón* ortográfico y en el traspaso de información a la memoria a largo plazo. Finalmente, el estudio trata de analizar las relaciones existentes entre las variables mencionadas y el desarrollo evolutivo de los participantes.

Método

Sujetos

En este estudio participaron 178 escolares de ambos sexos, 88 de segundo de Educación Primaria y 90 de quinto curso. En cada curso se formaron de manera aleatoria cuatro grupos, uno por cada condición experimental. Estas cuatro condiciones fueron las de control, supresión articulatoria, rotación mental y tarea múltiple (supresión articulatoria + rotación mental).

Estímulos, aparatos y tareas experimentales

Los estímulos utilizados fueron 48 palabras sometidas a norma ortográfica. De ellas, 24 eran «cortas» con 4 o 5 grafemas. El resto eran «largas» con 6 o más grafemas. Las palabras se seleccio-

naron siguiendo los criterios de frecuencia a partir del Vocabulario Básico de la EGB publicado en 1989 por el M.E.C. y Espasa Calpe. Se trata de un vocabulario graduado en niveles educativos bien definidos, basado en un estudio preciso y amplio de las frecuencias. Las palabras se eligieron en función de tres niveles de dificultad. Cada nivel estaba formado por 8 palabras cortas y 8 largas. Las de los dos primeros niveles, propias del Primer Ciclo de Educación Primaria, eran conocidas por todos los participantes. Sin embargo, las del tercer nivel eran desconocidas, pues pertenecían al vocabulario usual del Primer Ciclo de E.S.O. Las palabras utilizadas se muestran en la Tabla 1.

Los estímulos se presentaron en un PC con software APT. Las presentaciones auditivas se realizaron en formato de onda WAV compatible con Microsoft. En las presentaciones visuales, las palabras aparecían de una en una en el centro de la pantalla del ordenador durante 450 milisegundos. Estaban escritas con letra minúscula de color negro en formato de texto Times New Roman de 72 puntos. A cada estímulo le precedían y seguían dos señales de la misma duración, una acústica y otra visual, presentadas simultáneamente. Las primeras señales informaban de la proximidad del estímulo mientras que las últimas marcaban el comienzo de la fase de respuesta. La señal acústica consistía en la emisión de la nota musical «la» con una intensidad de 500 Hz y una duración de 150 milisegundos. Como señal visual se presentó una cruz de color gris en el centro de la pantalla. Antes de comenzar el experimento se hicieron varios ensayos de prueba. El orden de aparición de los estímulos lo generaba al azar el programa de ordenador y era diferente para cada participante. La secuencia de presentación estimular en las condiciones de *control* y de *supresión articulatoria* fue: *señal acústica/señal visual + silencio + estímulo + silencio + señal acústica/señal visual*. En las condiciones de *doble tarea* y de *rotación mental* se sustituyó el segundo silencio por la exposición visual del dibujo esquemático de una «cara» con la que los niños tenían que realizar una tarea de rotación mental. La secuencia de presentación fue la siguiente: *señal acústica/señal visual + silencio + estímulo + «cara» + señal acústica/señal visual*.

En el estudio se introdujo también una condición de *tarea dual* consistente en la realización simultánea de dos actividades que requerían mecanismos cognitivos comunes. La lógica subyacente es que la ejecución simultánea de una tarea secundaria, mientras se

realiza la tarea principal, produce un deterioro en la ejecución de la tarea primaria. Como tarea principal se eligió la escritura de palabras de diferente longitud y dificultad ortográfica. Como tareas secundarias se emplearon una de carácter verbal, la *supresión articulatoria*, y otra de tipo espacial consistente en la rotación mental de una línea. La tarea de *supresión articulatoria* consistió en la pronunciación en voz alta, de forma reiterada e interrumpida, de la retahíla «lallalala» concurrentemente con la ejecución de la tarea principal. La tarea de *rotación mental* requería dibujar la «boca», orientada de forma contraria a como aparecía en la pantalla, en una cara incompleta que había en la hoja de respuestas. Tal actividad exige la rotación mental de una línea (ver Tabla 2).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial mixto de medidas repetidas (2x4x2x3x3). Los factores intersujetos fueron *el curso* (2º y 5º) y *la condición experimental* (doble tarea, articulación, control y rotación mental). Los factores intrasujetos fueron *la longitud* (palabras cortas y largas), *la modalidad de presentación* (auditiva 1, visual y auditiva 2) y *el nivel de dificultad ortográfica* (1, 2 y 3). La variable dependiente fue el número de palabras escritas con error ortográfico.

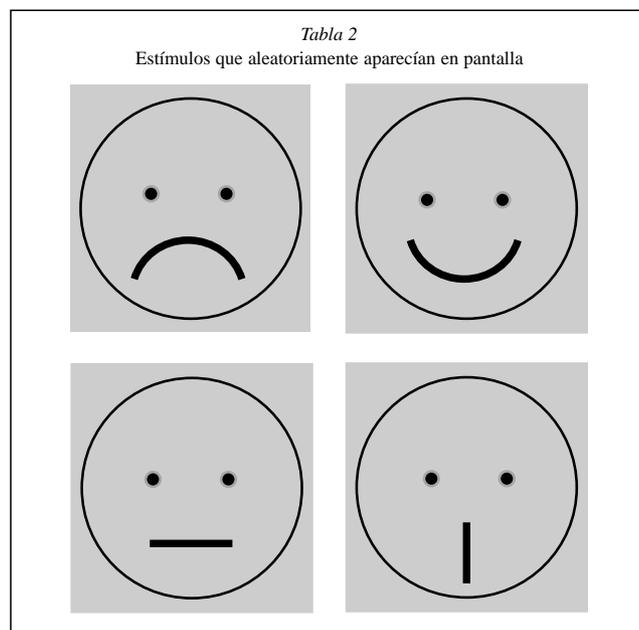
Procedimiento

El experimento constó de tres fases. En cada una de ellas los participantes tuvieron que escribir las mismas palabras. El orden de presentación fue aleatorio en cada ocasión. En la primera fase, las palabras se presentaron auditivamente. En la segunda se presentaron de forma visual y en la tercera se volvieron a presentar de forma auditiva. A cada fase le seguía un descanso de media hora. El experimentador, después de leer las instrucciones, resolvía las posibles dudas. Todos los niños realizaron las tres pruebas de escritura. Pero, mientras los participantes del grupo control sólo escribieron al dictado (verbal o visual) las palabras-estímulo, los que pertenecían a otros grupos tuvieron además que realizar la tarea de

Tabla 1
Relación de estímulos utilizados

ahora	genio	mohos
beso	sello	sebo
suyo	cavar	yarda
mujer	hucha	canje
hasta	jefe	hindú
vida	yema	vulgo
llama	cubo	llosa
coger	bahía	rigen
general	almohada	gerifalte
castellano	bofetada	destello
vosotros	mayonesa	ovetense
hospital	jirafas	hidalgo
viajeros	hazañas	jenízaro
desayuno	voluntario	yacimiento
bastante	tornillo	debutante
ahorrar	gitanos	rehusado

Tabla 2
Estímulos que aleatoriamente aparecían en pantalla



articulación, la de rotación mental, o ambas a la vez (doble tarea). El período máximo de respuesta por estímulo se fijó en 12 segundos. Una vez emitida la respuesta o transcurrido el tiempo el ordenador presentaba automáticamente el siguiente estímulo de manera visual o auditiva, según la fase del experimento.

Resultados

La variable dependiente fue el número de errores. En este estudio se consideraron únicamente los errores producidos por el uso indebido de la norma ortográfica. Esto es, los producidos por la omisión o agregado de «h» y por la selección incorrecta del grafema correspondiente en aquellas situaciones en las que se dispone de más de una alternativa gráfica para un mismo fonema: b-v para /b/, ll-y para /y/, g-j para /x/. No se tuvieron en cuenta los errores allí donde los grafemas se corresponden uno por uno con los diferentes fonemas, sin posible alternativa. Tampoco se consideraron en este estudio las alteraciones del orden ni el agregado o la omisión de letras.

Los datos se analizaron mediante un MANOVA de medidas repetidas, (2x4) intersujetos y (3x2x3) intrasujetos, con el programa estadístico SPSS para Windows, versión 10.06. Todos los efectos principales de las variables estudiadas resultaron significativos. Tanto el *curso* [$F(1,170)=141.530$, $MCE=0.520$, $p<0.001$] como la *condición experimental* [$F(3,170)=4.241$, $MCE=0.520$, $p<0.01$] resultaron altamente significativos. La media de errores de segundo (2,835) fue significativamente superior a la de quinto (1,540). Por otro lado, al analizar el comportamiento de los grupos en las diferentes condiciones experimentales se comprobó que el grupo de *control* obtuvo la tasa de errores más baja (1,873). Las diferencias de medias entre este grupo y el resto fueron todas significativas ($p<0.05$). Sin embargo, las medias de los grupos de *tarea múltiple* (2,420), *articulación* (2,247) y *rotación mental* (2,209) no mostraron diferencias significativas. Estos resultados parecen indicar que tanto las actividades verbales como las espaciales influyen negativamente en la ejecución ortográfica.

También resultaron significativos los efectos principales de las variables *presentación estimular* [$F(2,340)=759.903$, $MCE=329.968$; $p<0.001$], *longitud de la palabra* [$F(1,170)=11.919$, $MCE=1.374$; $p<0.01$] y *nivel de dificultad ortográfica* [$F(2,340)=394.279$; $MCE=1.390$; $p<0.001$]. Al analizar la influencia de la presentación como efecto principal se comprobó la existencia de diferencias significativas entre las tres presentaciones ($p<0.001$). Los datos de la primera presentación auditiva reflejan la media de errores alcanzada en el pre-test (3,319). Estos datos constituyen el punto de referencia para valorar los cambios y, por tanto, el posible aprendizaje en los sucesivos tipos de presentación. La Figura 1 muestra la disminución de la tasa de errores de la presentación visual con respecto a la primera auditiva (2.316), lo que indica la existencia de aprendizaje. La variable *longitud de la palabra* muestra que la media de errores es mayor en las palabras largas (2.259) que en las cortas (2.115), siendo significativa la diferencia entre ambas debido al peso de los errores cometidos por los alumnos de segundo curso. A medida que aumenta el *nivel de dificultad ortográfica* se observa un incremento de la media de errores, son significativas las diferencias de medias entre los tres niveles (todas las $ps<0.001$).

Al analizar las interacciones se observó que la interacción *curso x presentación* [$F(2,330)=2.363$; $MCE=1.862$; $p<0.001$] fue significativa. Todas las diferencias de medias entre los cursos en cada una de las presentaciones fueron significativas ($p<0.001$).

La interacción se reflejó en la tendencia de las puntuaciones obtenidas por ambos cursos que, mientras en las presentaciones visuales fue de acercamiento, en las auditivas fue de separación. La interacción *curso x nivel de dificultad ortográfica* [$F(2,325)=61.599$, $MCE=1.327$, $p<0.001$] se muestra en la Figura 2. Los dos grupos de edad mostraron diferencias significativas ($p<0.001$) en los distintos niveles de dificultad ortográfica. Sin embargo, las diferencias fueron menores en los tres niveles de dificultad ortográfica en los niños de segundo que en los de quinto. Este resultado sugiere que el *lexicón ortográfico* de los niños más pequeños es más reducido que el de los mayores.

La interacción *curso x longitud de la palabra* también resultó significativa [$F(1,170)=12.704$, $MCE=1.374$, $p<0.001$]. Como puede apreciarse en la Figura 3, los niños de segundo cometieron menos errores en las palabras cortas (2.688) que en las largas (2.981), siendo la diferencia significativa, mientras que no lo fue en los niños de quinto.

Las interacciones *presentación x condición experimental* [$F(6,330)=8.120$, $MCE=1.862$, $p<0.001$], *presentación x nivel de dificultad ortográfica* [$F(4,579)=67.751$; $MCE=1.141$; $p<0.001$]

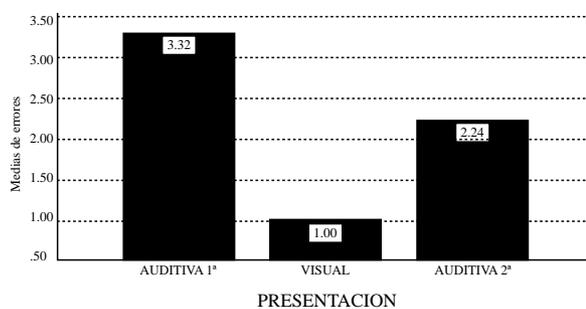


Figura 1. Media de errores obtenida según la presentación (la primera fue auditiva, la segunda visual y la tercera auditiva)

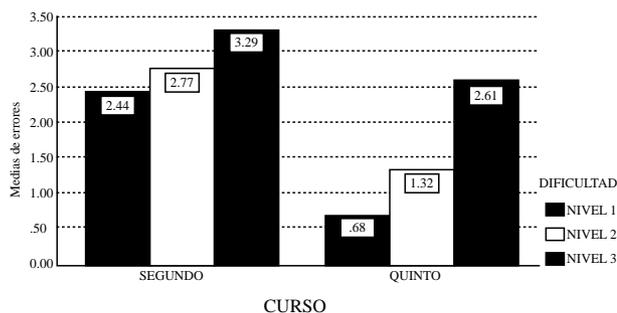


Figura 2. Interacción curso x nivel de dificultad ortográfica

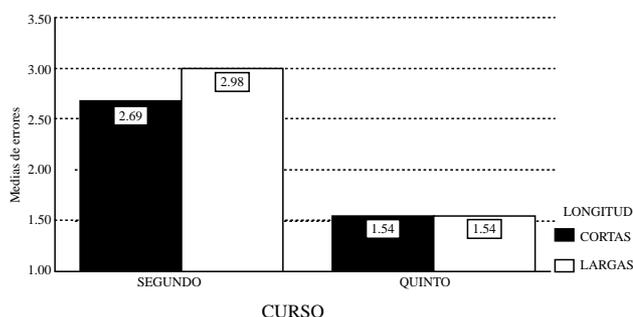


Figura 3. Interacción curso x longitud de la palabra

y *presentación x longitud estimular* [$F(2,318)= 12.272$; $MCe= 0.837$, $p<0.001$] resultaron también significativas. La Figura 4 muestra la interacción *condición experimental x presentación*. En la primera presentación auditiva el número de errores cometidos en la condición de *doble tarea* (3,60) y en la de *articulación* (3,53) fue similar; también lo fueron los resultados obtenidos en las condiciones de *control* (3,01) y de *rotación mental* (3,14). En la modalidad de presentación *visual* las medias de errores en la condición de *doble tarea* (1,43) y de *rotación mental* (1,25) fueron similares; las de *articulación* (0,78) y las de *control* (0,56) también lo fueron. La condición de *doble tarea* fue significativamente diferente a las de *articulación* y *control* ($ps<0.01$). Lo mismo ocurrió en la condición de *rotación mental* con respecto a las de *articulación* y *control*. Sin embargo, en la *segunda presentación auditiva* no se produjeron diferencias significativas entre las distintas condiciones experimentales.

El análisis de la interacción *presentación x nivel de dificultad ortográfica* muestra que, conforme aumenta el nivel de dificultad ortográfica, se eleva el número de errores en todas las modalidades de presentación. Las diferencias de medias entre los tres niveles de dificultad para cada una de las presentaciones fueron todas ellas significativas ($p<0.05$). En la presentación *visual* los resultados tienden a aproximarse, mientras que en las dos presentaciones auditivas las diferencias entre los distintos niveles de dificultad ortográfica aumentan. El análisis de la interacción *presentación x longitud estimular* muestra que en la *primera presentación auditiva* los errores cometidos en las palabras cortas y largas son semejantes ($p= 0.244$), mientras que en la presentación *visual* y en la segunda presentación auditiva el número de errores fue significativamente mayor en las palabras largas que en las cortas ($p<0.001$).

Finalmente, las interacciones *nivel de dificultad x longitud estimular* [$F(2,336)= 4.479$; $MCe= 0.981$, $p<0.05$] y *condición experimental x longitud estimular* [$F(3,170)= 6.947$, $MCe= 5.545$,

$p<0.001$] también resultaron estadísticamente significativas. En todos los niveles de dificultad el número de errores fue mayor en las palabras largas que en las cortas, pero la diferencia sólo resultó significativa en el primer nivel de dificultad ($p<0.05$). Además, como puede observarse en la Figura 5, los grupos de *doble tarea* y de *control* mostraron un número significativamente mayor de errores en las palabras largas que en las cortas ($p<0.001$), mientras que en las demás condiciones experimentales (*articulación* y *rotación*) no se produjeron diferencias significativas, lo que, de acuerdo con la teoría de Baddeley (1986), vendría a significar que desaparece el efecto de longitud de la palabra.

Discusión

La *modalidad de presentación* ha puesto de relieve que un estímulo visual produce en la memoria de trabajo una representación que da lugar a un aprendizaje efectivo, significativo y duradero. La *modalidad de presentación visual* ha producido un incremento del aprendizaje que superó los límites de la memoria a corto plazo como lo demuestra el hecho de que en la segunda representación auditiva, realizada media hora después que la visual, gran parte de lo aprendido todavía permanecía registrado en la memoria del niño. Respecto a la *modalidad de presentación auditiva* conviene realizar algunas precisiones. La primera presentación sirvió únicamente como pre-test, mientras que la segunda presentación auditiva permitió comprobar la cantidad y duración del aprendizaje generado en la presentación visual, ya que el *lexicón* fonológico no proporciona pistas suficientes para adquirir o mantener el conocimiento ortográfico de las palabras reguladas por norma arbitraria. La eficacia de la modalidad de presentación visual aparece reflejada por el mantenimiento de la superioridad de este efecto en todos los niveles de dificultad ortográfica. También se demuestra en los niveles de longitud estimular explorados y en las distintas condiciones experimentales establecidas.

Los resultados de este estudio sugieren que la exposición de un estímulo ortográfico durante 450 milisegundos produce un aprendizaje efectivo y duradero en todas las condiciones experimentales. Este aprendizaje se manifiesta en la reducción significativa del número de errores en todos los niveles de dificultad ortográfica. Estos resultados parecen sugerir que el aprendizaje de las palabras sometidas a norma ortográfica depende de factores visoespaciales.

El aprendizaje significativo que se produce después de una presentación visual tan breve plantea numerosos interrogantes y abre nuevas perspectivas de investigación. Los resultados de este estudio parecen indicar que la naturaleza de la huella visual es más sólida y de mayor duración que la fonológica. Esto significa que la información visual podría permanecer en la agenda visoespacial más tiempo que el que se mantiene la información verbal en el bucle fonológico (1,5 - 2 segundos). Los resultados también podrían atribuirse a la efectividad del proceso de repaso visoespacial, supuestamente encargado de prolongar el tiempo de permanencia de la información visual en la agenda visoespacial.

La ejecución de una o más tareas concurrentes con la actividad principal dificulta el funcionamiento de la agenda visoespacial. Esto es lo que ha sucedido en este estudio. El grado de deterioro ortográfico producido por la realización simultánea de cada una de las tareas secundarias ha sido diferente en función de la modalidad de presentación y de la entidad de la segunda tarea. Cuando la modalidad de presentación y la segunda tarea eran de la misma naturaleza el número de errores aumentaba. Así, hemos comprobado

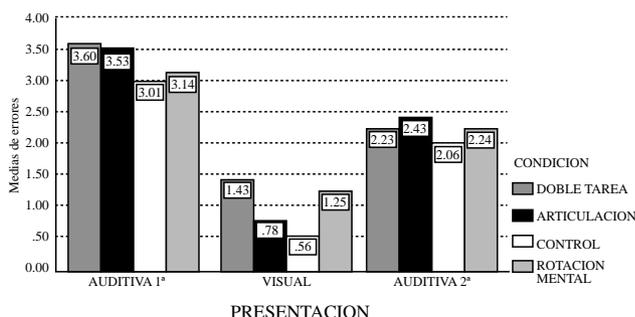


Figura 4. Interacción condición experimental x presentación

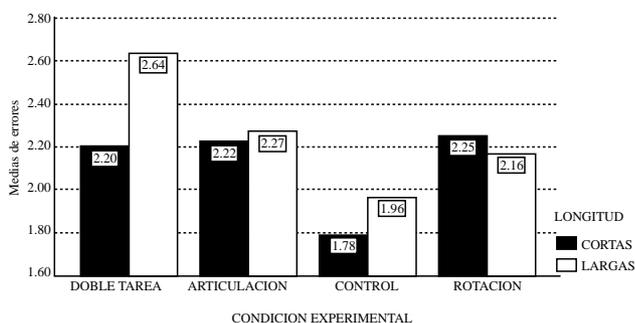


Figura 5. Interacción condición experimental x longitud de la palabra

que la *supresión articulatoria* interfiere en mayor medida cuando la modalidad de presentación es auditiva, mientras que la *rotación mental* produce mayor número de errores en actividades ortográficas de carácter visual. La *doble tarea (articulación + rotación)* ha dificultado el procesamiento visoespacial en todas las modalidades de presentación y ha reducido notablemente el rendimiento ortográfico. La distorsión que ha producido esta actividad no ha llegado al nivel acumulativo de las otras dos tareas integrantes; incluso, en algunos casos, ha interferido menos que una de ellas actuando por separado.

Aunque en las presentaciones visuales el efecto negativo de la actividad de rotación mental fue más elevado que el producido por la supresión articulatoria, ésta también ha influido en el funcionamiento de la agenda visoespacial. Los efectos negativos de la *supresión articulatoria* en las presentaciones auditivas son, sin duda, mayores. En la segunda presentación auditiva, este efecto alcanzó su máxima fuerza perturbadora por encima, incluso, de la condición de tarea múltiple. Lo que coincide, en parte, con lo señalado por Murray (1968) al observar que, tanto en presentaciones visuales como auditivas, cuando se pide a un sujeto que articule, de forma abierta o encubierta, elementos no significativos se altera el funcionamiento del *bucle fonológico*. Pudiera ser, también, un reflejo de la participación de elementos fonológicos en el aprendizaje de la ortografía visual o de la interacción entre los procesadores visuales y fonológicos, como mantienen Ellis (1993) y Perfetti (1992).

Esta investigación ha proporcionado otros datos de interés relacionados con el momento en el que se producen las interferencias que causan los errores y con la naturaleza visoespacial de la agenda. Tradicionalmente se ha mantenido que el deterioro se manifiesta cuando la segunda tarea se realiza coincidiendo con la fase de presentación del estímulo. En nuestro caso las tareas secundarias se han llevado a cabo después de la fase de codificación, por lo que no han podido afectar al proceso de recodificación de lo visual en fonológico ni al de repaso visoespacial. Por tanto, parte del incremento de errores observado parece deberse a las interferencias que se producen durante las fases de recuerdo y de ejecución ortográfica. En estas fases disminuye la influencia de las características del estímulo (Turner, Henry y Smith, 2000).

Los resultados de esta investigación también han proporcionado información sobre la naturaleza de la *agenda visoespacial*. La ejecución de la tarea espacial secundaria de *rotación mental* ha producido interferencias significativas en el procesamiento de estímulos visuales, esto confirma la doble naturaleza de la agenda, visual y espacial, como habían propuesto Baddeley (1986), Logie (1995) o Quinn y McConnell (1996). Aunque los resultados han ratificado que la tarea espacial ha causado interferencias en el almacén visual pasivo, no puede determinarse el mecanismo que las produce. Es posible que la codificación de la tarea espacial consuma recursos del ejecutivo central y le obligue a detraerlos del sistema de almacenamiento; esa merma empobrecería la memoria y

produciría el incremento del número de errores. Como explicación alternativa, desde un planteamiento similar al utilizado para explicar el funcionamiento del bucle fonológico, es posible que el material espacial tenga acceso directo al almacén visual pasivo e interfiera con la información allí registrada. Podría ocurrir también que la rotación mental afectase al mecanismo hipotético de repaso visoespacial y dificultara o impidiera la retención de la información; eso produciría su decaimiento y afectaría negativamente a la memoria. Lo más probable es que las interferencias se produzcan porque los componentes visuales y espaciales de la memoria de trabajo operen simultáneamente.

Con respecto a la variable edad, los resultados obtenidos sugieren que la construcción del *lexicón ortográfico* se está iniciando en los alumnos de segundo curso de Educación Primaria. Éstos presentan una elevada tasa de errores en los tres niveles de dificultad ortográfica y las diferencias entre los niveles son significativas. Sin embargo, en quinto curso este lexicón aparece notablemente desarrollado con las palabras del vocabulario fundamental (niveles 1 y 2), mientras que sigue siendo inexistente respecto a las palabras de mayor dificultad (nivel 3). A medida que aumenta el grado de dificultad de las palabras se acortan las diferencias entre los alumnos de segundo y quinto en cada uno de los niveles de dificultad de las palabras estudiadas. Sin duda, los alumnos de quinto curso han tenido más oportunidades que los de segundo de realizar el aprendizaje visual de las palabras y formar lo que Ellis (1993) denominó *lexicón grafémico* de salida.

En resumen, este estudio ha mostrado la participación de la memoria de trabajo en el aprendizaje ortográfico visual. Este resultado es importante por las posibilidades que tiene de aplicación en el campo psicopedagógico y por su utilidad para realizar estudios comparativos entre diferentes lenguas e individuos. En definitiva, el estudio ha mostrado que el aprendizaje ortográfico exige habilidades de memoria (Adams, 1990; Frith, 1980; Vellutino, 1979) y apoya los planteamientos de los investigadores que mantienen que la ortografía sea tratada como un aspecto importante del lenguaje y no como un tema escolar de naturaleza menor. Los resultados obtenidos ratifican también que los recursos de la memoria operativa son escasos y que los automatismos en el aprendizaje liberan buena parte de los mismos poniendo de manifiesto que conforme avanza la escolaridad se va consolidando el *lexicón ortográfico*. Además, sugieren que el aprendizaje ortográfico, si bien en sus primeras fases es de naturaleza predominantemente fonológica, en su fase de automatización y consolidación se transforma progresivamente en un proceso de marcado carácter visoespacial. Asimismo, los resultados de este estudio sugieren la contribución de la agenda visoespacial en el aprendizaje y ejecución ortográfica, así como su interacción con la memoria a largo plazo. Finalmente, revelan la influencia de la modalidad y del tiempo de presentación estimular en la exactitud y amplitud del recuerdo y la utilidad de la tarea espacial de *rotación mental* en la exploración de la agenda visoespacial.

Referencias

Adams, M.J. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.

Alegría, J. y Mousty, P.H. (1997). *Processus lexicaux impliqués dans l'orthographe d'enfants francophones présentant des troubles de la lecture*.

En. L.R. Rieben, M. Fayol y C.A. Perfetti (Eds.), *Des orthographes et leur acquisition* (pp. 167-203). París: Delachaux y Niestlé.

Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.

- Baddeley, A.D. (1992). Is working memory working? The fifteenth Bartlett lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A, 1-31.
- Baddeley, A.D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Baddeley, A.D., Grant, W., Wight, E. y Thomson, N. (1975). Imagery and visual working memory. En P.M.A. Rabbitt y S. Dornic (Eds.), *Attention and Performance*, V, (pp. 205-217). London: Academic Press.
- Baddeley, A.D. y Hitch, G.J. (1974). Working memory. En G. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation*, Vol. 8 (pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Baddeley, A.D., Lewis, V.J. y Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 233-252.
- Baddeley, A.D. y Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. En R. Nickerson (Ed.), *Attention and performance*, Vol. 8 (pp. 521-539). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley, A.D., Thomson, N. y Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 14, 575-589.
- Bloomfield, L. (1970). *Le langage*. París: Payot.
- Bradley, L. y Huxford, L.M. (1994). Organizing sound and letter patterns for spelling. En G.D.A. Brown y N.C. Ellis. *Handbook of spelling: Theory, process and intervention* (pp. 425-439). Chichester, New York: John Wiley and Sons.
- Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, J.T. y Besner, D. (1977). Access to the internal lexicon. En S. Dornic (Ed.), *Attention and performance*, Vol. 6 (pp. 35-555). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ellis, A.W. (1993). *Reading, writing and dyslexia: A cognitive analysis*, 2ª ed. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Frith, U. (1980). *Cognitive processes in spelling*. London, UK: Academic Press.
- Frith, U. y Frith, C. (1983). Relationships between reading and spelling. En J.F. Kavanagh y Venezky (Eds.), *Orthography, reading and dyslexia* (pp. 287-295). Baltimore: University Park Press.
- Goodman, R.A. y Caramazza, A. (1986). Dissociations of spelling errors in written and oral spelling: The role of allographic conversion in writing. *Cognitive Neuropsychology*, 3, 179-206.
- Hanley, J.R., Young, A.W. y Pearson, N.A. (1991). Impairment of the visuo-spatial sketch pad. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43A (1), 101-125.
- Jones, D. y Morris, N. (1992). Irrelevant speech and serial recall: Implications for theories of attention and working memory. *Scandinavian Journal of Psychology*, 33, 212-229.
- Logie, R.H. (1986). Visuo-spatial processes in working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38 A, 229-247.
- Logie, R.H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, U. K.: Lawrence Erlbaum Associates.
- McConnell, J. y Quinn, J.C. (2000). Interference in visual working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A, 53-67.
- McKeon, M.G., Beck, I.L., Omason, R.C. y Perfetti, C.A. (1983). The effects of long-time vocabulary instruction on reading comprehension: A replication. *Journal of Reading Behaviour*, 15, 3-18.
- McKeon, M.G., Beck, I.L., Omason, R.C. y Pople, M.T. (1985). Some effects of the nature and frequency of vocabulary instruction on the knowledge and use of words. *Reading Research Quarterly*, 20, 522-535.
- MEC (1989). *Vocabulario básico en la E.G.B.* Madrid: Espasa Calpe.
- Morris, N. (1987). Exploring the visuo-spatial scratch pad. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 409-430.
- Morton, J. (1980). The logogen model and orthographic structure. En U. Frith (Ed.), *Cognitive processes in spelling* (pp. 117-133). London: Academic Press.
- Murray, D.J. (1968). Articulation and acoustic confusability in short-term memory. *Journal of Experimental Psychology*, 78, 679-684.
- Patterson, K.E. y Shewell, C. (1987). Speak and spell: dissociations and word-class effects. En M. Coltheart, G. Sartori y R. Job (Eds.), *The Cognitive Neuropsychology of Language* (pp.273-294). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Perfetti, C.A. (1992). The representation problem in reading acquisition. En P.B. Gough, L.C. Ehri y R. Treiman (Eds.), *Reading acquisition*. (pp. 145-174). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Quinn, J.G. y McConnell, J. (1996). Irrelevant pictures in visual working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 200-215.
- Saussure, F. (1972). *Cours de linguistique générale*. París: Payot.
- Stanovich, K. y West, R.F. (1989). Exposure to print and orthographic processing. *Reading Research Quarterly*, 24, 402-433.
- Treiman, R. y Danis, C. (1988). Short-term memory errors for spoken syllables are affected by the linguistic structure of the syllables. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 145-152.
- Turner, J.E., Henry, L.A. y Smith, P.T. (2000). The development of the use of long-term knowledge to assist short-term recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A (2), 457-478.
- Vellutino, F.R. (1979). *Dyslexia: Theory and research*. Cambridge, MA: MIT Press.