

La intervención del bucle fonológico en la actividad ortográfica de alumnos de 2º y 5º de Educación Primaria.

*Purificación Bohari Lasaquero
publola28enero@hotmail.com*

Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial.

*Antonio J. Manso Luengo
ajmanso@psi.uned.es*

*Antonio Medina Rivilla
amedina@edu.uned.es*

Universidad Nacional de Educación a Distancia

Recibido: 04.05.2016

Aceptado: 26.09.2016

Resumen

El estudio que ahora presentamos utiliza el almacén conceptual que propone Baddeley (1986) en su modelo de Memoria de Trabajo. Su objetivo es comprobar si el bucle fonológico genera en el lenguaje escrito efectos similares a los producidos en el lenguaje oral. En el estudio han participado 173 alumnos de 2º y 5º de Educación Primaria distribuidos de forma aleatoria en cuatro grupos según la condición experimental: control, articulación, cálculo y doble tarea. Cada participante escribió al dictado dos series de estímulos (palabras y pseudopalabras), cada una con tres niveles de longitud (dos, tres y cuatro sílabas) y tres tipos de estructura silábica (CV, CVC y CC). Los resultados parecen avalar que el rendimiento ortográfico empeora cuando se altera el funcionamiento del bucle fonológico, al manipular características estimulares, o cuando el proceso escrito tiene lugar de forma simultánea con otra actividad complementaria; también

muestran el apoyo de la memoria a largo plazo a la memoria operativa en tareas ortográficas.

Palabras clave

Memoria operativa. Ortografía. Categoría léxica. Longitud estimular. Estructura silábica.

The impact of the phonological loop on written spelling in 2nd and 5th year primary students

Abstract

The study presented here uses the conceptual framework proposed by Baddeley (1986) in his model Working Memory. Its aim is to check whether the phonological loop in written language generates effects similar to those produced in oral language. In the study they involved 173 students of 2nd and 5th Primary Education randomized into four groups according to the experimental conditions: control, articulation, calculation and dual task. Each participant writes the dictates two series of stimuli (words and nonwords), each with three levels of length (two, three and four syllables) and three types of syllabic structure (CV, CVC and CC). The results seem to support the spelling performance worsens when the operation of the phonological loop is altered, when the stimulus features are manipulated or the writing process takes place simultaneously with another complementary activity; also they show the support of long-term memory to the working memory in orthographic tasks.

Key words

Working memory. Orthography. Lexical category. Stimulate length. Syllabic structure.

Baddeley (1986) presenta la *memoria de trabajo* como un sistema capaz de mantener y manipular temporalmente la información necesaria para la realización de tareas complejas como la comprensión, el aprendizaje o el razonamiento. Estructuralmente, este modelo, reelaborado posteriormente por Baddeley (1992), distingue varios subsistemas relacionados. El primero, *el ejecutivo central*, es amodal, responsable del control atencional de la memoria, y encargado de controlar las operaciones que realizan los otros dos sistemas auxiliares: *el bucle fonológico* y *la agenda viso-espacial*. *El bucle fonológico* almacena y procesa las informaciones verbales mientras que *la agenda viso-espacial* hace lo mismo con las visuales y espaciales. Baddeley (2000) propuso un cuarto componente de capacidad limitada, *el búfer episódico*; su cometido sería integrar la información multimodal que llega de los sistemas auxiliares así como mantener y manipular la que accede desde la memoria a largo plazo. Funcionalmente, la *memoria de trabajo* permite representar mentalmente la información procedente del entorno y mantenerla activa para realizar actividades cognitivas como la resolución de problemas o la formulación y consecución de objetivos.

La evidencia que sustenta la estructura y el funcionamiento del bucle fonológico procede de una amplia variedad de efectos experimentales entre los que se encuentran el efecto de longitud de la palabra (ELP), el de similitud fonológica (ESF), la supresión articulatoria o el efecto del lenguaje irrelevante (Gathercole y Baddeley, 1993). *El bucle fonológico* cuenta con un *almacén fonológico* pasivo, en el que alberga y manipula la información verbal durante breves momentos, y con un proceso activo de *repaso verbal*, que supone una forma de articulación subvocal, que le permite conservar las representaciones almacenadas e impedir su desvanecimiento.

Con frecuencia se argumenta que la investigación del *bucle fonológico* ha sido posible gracias a la utilización del *paradigma de la doble tarea* que asegura el deterioro de la actividad principal cuando ésta y la tarea secundaria se

ejecutan de forma concurrente, al entender que ambas compiten por los mismos recursos cognitivos (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah y Hegarty, 2001; Oberauer, Lange y Engle, 2004). Habitualmente se recurre a la utilización de la *supresión articulatoria* consistente en la repetición de una frase irrelevante mientras se realiza una actividad que exija recuerdo, para perturbar el repaso subvocálico e impedir la reactivación de la huella mnésica. Pero la *supresión articulatoria*, que ha demostrado ser eficaz para deteriorar el recuerdo en la memoria a corto plazo, no parece influir mucho en tareas que exigen la acción del ejecutivo central; es el caso del razonamiento verbal o del cálculo mental. Al parecer, las tareas de cálculo exigen más la intervención del *ejecutivo central*, aunque también hagan uso del almacén fonológico para el mantenimiento temporal de los resultados parciales aritméticos (Andersson y Lyxel, 2007; González-Castro, Rodríguez, Cueli, Cabeza, y Álvarez, 2014). Además, la *supresión articulatoria* no anula por completo la capacidad de la memoria, queda siempre una “amplitud residual” atribuida a la acción de la memoria a largo plazo. Hulme, Maughan y Brown (1991) compararon el recuerdo serial de palabras con el de no palabras y hallaron que se recordaban mejor las primeras que las segundas, incluso cuando se controlaba la tasa de articulación; interpretaron esto como un reflejo de la influencia de la memoria a largo plazo. Cuando la huella del estímulo, registrada en la memoria a corto plazo, pierde fuerza al debilitarse con el tiempo, la representación fonológica en la memoria a largo plazo permite reconstruir los trazos fonológicos parcialmente decaídos.

Desde el último cuarto del siglo XX se están realizando grandes esfuerzos para estudiar las características del *almacén fonológico*. Especialmente se ha investigado su naturaleza, amplitud, su capacidad temporal y las causas que lo deterioran. Como determinantes de la amplitud se han señalado factores como la tasa articulatoria, la longitud y la duración del estímulo (Baddeley, 1990). Existen opiniones en contra (Doshier y Ma, 1998; Neath y Nairne, 1995) que subordinan el deterioro a la interferencia producida por características estimulares como la forma, la complejidad fonológica, la extensión y la duración del procesamiento (Cowan, Wood, Nugent y Treisman, 1997).

El segundo componente del bucle fonológico, el *proceso de repaso articulatorio*, también juega un destacado papel en la ejecución de tareas verbales. Se le considera responsable del efecto de longitud de la palabra (mejor recuerdo de las listas de palabras cortas que de largas). Hay investigadores (Campoy, 2008;

Hulme, Surprenant, Bireta, Stuart y Neath, 2004) que no atribuyen el efecto de longitud de la palabra al proceso de repaso sino a la complejidad estimular y al retraso en la respuesta que origina la característica del estímulo.

Esto nos hace pensar que el estímulo cuenta, además de la longitud, con características que pueden jugar un papel importante en el procesamiento. La estructura silábica de la palabra es una de ellas, la frecuencia silábica (Cholina, Levelta y Schillera, 2006) y la estructura de cada sílaba otras, esta última nos resulta muy relevante. Carreiras y Perea, (2002) consideran que la sílaba podría ser una unidad fundamental de procesamiento en producción oral, en el procesamiento de la producción escrita (Chindoy, 2010) y que el reconocimiento silábico facilita el acceso a la palabra, especialmente en el español. Álvarez, Carreiras y Perea (2004) investigaron el tipo de codificación que utiliza el sistema cuando manipula recursos silábicos, sus resultados parecen indicar que el efecto silábico no puede ser atribuido a una codificación ortográfica sino más bien a la activación del código fonológico; la sílaba no tendría entidad para activar candidatos ortográficos directamente. Ahora bien, la complejidad de la sílaba deriva de su frecuencia y de la disposición de sus fonemas.

Los resultados de investigaciones sobre el efecto que tiene la frecuencia del estímulo en la memoria a corto plazo ponen de relieve que el recuerdo es mayor cuando las palabras son de alta frecuencia, incluso en condiciones de supresión articulatoria (Hulme, Maughan y Brown, 1991). Quizás porque su familiaridad fonológica afecte a la velocidad de identificación y de exactitud (Henry y Millar, 1991), o bien porque incida en la tasa de rapidez articulatoria, pues los estímulos familiares se pronuncian más rápidamente que los no familiares (Henry y Millar, 1991; Hulme et al. 1991, 1995). Esto hace suponer que el efecto de frecuencia no lo origina el bucle fonológico.

La influencia de la edad en la *memoria de trabajo* también ha sido objeto de estudio (García-Madruga y Fernández, 2014). Hay autores (Henry y Millar, 1991) que atribuyen el incremento de la amplitud de la memoria a la edad; según ellos la rapidez del repaso articulatorio se perfecciona con el paso del tiempo. Otros ofrecen una explicación alternativa, lo ligan a la evolución del ejecutivo central; el tiempo dotaría al individuo de automatismos que le permitirían mayores habilidades en el procesamiento. La influencia de la edad en la memoria operativa se manifestaría a través de las diferencias en la capacidad de la memoria y por

medio de una mejor coordinación de los recursos para almacenar y procesar la información (Elosúa y Lechuga, 1999).

El experimento que ahora presentamos utiliza la estructura y el armazón conceptual que propone Baddeley (1986) en su modelo de memoria de trabajo, sin olvidar que existen planteamientos que critican elementos parciales del modelo o cuestionan el fraccionamiento del bucle fonológico proponiendo espacios comunes de representación (Jones y Macken, 1993). El objetivo principal se centra en investigar algunos aspectos funcionales del bucle fonológico, analizar sus interacciones con el ejecutivo central y con la memoria a largo plazo, y observar si las repercusiones en el lenguaje escrito son similares a los efectos producidos en el lenguaje oral.

Por analogía con la experimentación tradicional sobre el tema hemos hecho uso del paradigma de la doble tarea, utilizando la supresión articulatoria y el cálculo mental como tareas secundarias. Suponemos que la supresión articulatoria obstaculizará el funcionamiento del proceso de repaso (Baddeley, Thomson y Buchanan, 1975) mientras que el cálculo mental obligará al sistema atencional a dispersar los recursos entre la primera y la segunda tarea, al requerir la participación del ejecutivo central para realizar las operaciones y del almacén fonológico para mantener transitoriamente los resultados (Fürst y Hitch, 2000). Creemos, también, que las interferencias en el funcionamiento del bucle fonológico producidas por las variaciones de la “carga” estimular en longitud, estructura o categoría léxica se reflejen en forma de errores en la tarea principal. De igual forma, consideramos que la realización de la actividad ortográfica se deteriorará si se priva al *bucle fonológico* de la ayuda que aportan los procesadores fonológico y semántico de la memoria a largo plazo,

Método

Sujetos

En este estudio participaron un total de 173 escolares españoles de ambos sexos, 85 cursaban 2º de Educación Primaria y 88 estaban escolarizados en 5º curso. La media de edad de los alumnos de 2º era 7 años y 6 meses y la de los de 5º 10

años y 6 meses. En cada curso se formaron de forma aleatoria cuatro grupos, uno por cada condición experimental (control, articulación, cálculo y tarea múltiple).

Material y equipo

Hemos utilizado tres tipos de tareas: una principal y dos secundarias. La principal consistía en la escritura al dictado de 64 palabras y 64 pseudopalabras de distinta longitud (dos, tres y cuatro sílabas) y estructura silábica (CV, CVC, CCV). La segunda tarea exigía la articulación repetida de una cadena de sonidos irrelevantes. La tercera requería una sencilla operación de cálculo mental: sumar dos números, con valor absoluto inferior a diez; uno de los sumandos era fijo y el otro aparecía aleatoriamente en la pantalla del ordenador.

Las palabras y pseudo-palabras tenían una extensión máxima de cuatro sílabas para que por sí mismas no saturasen la amplitud de la memoria y pudieran ser ‘repasadas’ dentro del tiempo de decaimiento, incluso en la condición experimental más adversa. Con el fin de evitar posibles sesgos en los resultados debidos al influjo de la frecuencia del estímulo, seleccionamos las palabras-estímulo entre las que figuran como propias del Ciclo Inicial (actualmente denominado Primer Ciclo de Educación Primaria) en el *Vocabulario Básico de la E.G.B.* Su significado se suponía conocido por todos los participantes y se adecuaban a los criterios de longitud y estructura. Además, cumplían criterios de tipo fonético como, por ejemplo, que el conjunto de palabras de cada nivel de longitud tuviera el mayor número de fonemas consonánticos diferentes y se repitieran los menos posibles.

Se confeccionaron tres series de palabras acordes a su longitud: bisílabas, trisílabas y tetrasílabas. A su vez, dividimos cada serie en tres niveles en función de la estructura silábica. De las diecinueve estructuras silábicas que tiene nuestra lengua las tres más frecuentes son: Consonante+Vocal (CV), Consonante+Vocal+Consonante (CVC) y Consonante+Consonante+Vocal (CCV). Según Carreiras y Perea (2003) las dos primeras acumulan el 70% de los casos. Todas las palabras del primer nivel estaban compuestas por sílabas cuya estructura era CV. Las del segundo, tenían una sílaba CVC y el resto CV. Finalmente, las del tercer nivel contaban con una sílaba CCV y las demás CV.

Las pseudopalabras, carentes de significado pero todas ellas pronunciables, se igualaron a las palabras en longitud, nivel posicional, estructura, fonología y frecuencia silábica. Se formaron a partir de las palabras, manteniendo estable la primera sílaba de la palabra y alterando el orden del resto. Es importante recordar que las pseudopalabras carecen de frecuencia léxica pero no silábica y que según Carreiras y Perea, (2004), sólo la primera sílaba tiene efecto sobre la denominación de pseudopalabras.

Salvo los elementos de ensayo, los estímulos se presentaron de uno en uno, aleatoria e individualmente, en un PC con software APT. Para los grupos en la condición de *repetición articulatoria* y de *control* la secuencia de presentación de palabras y pseudopalabras fue: *Señal acústica/señal visual + silencio + estímulo + silencio + señal acústica/señal visual*. Para los grupos en condición de *doble tarea* y de *cálculo* sustituimos el segundo silencio por la presentación visual de una cifra-estímulo, con la que debían realizar la actividad aritmética convenida, por lo que la secuencia varió ligeramente: *Señal acústica/señal visual + silencio + estímulo + cifra + señal acústica/señal visual*. Las señales acústica y visual coincidían en el tiempo y en la duración. La indicación acústica consistía en la emisión de la nota “la” con una intensidad de 500Hz y una duración de 150 milisegundos. La señal visual era el signo + en color gris. La “cifra” era de color negro. Ambas aparecían en el centro de la pantalla.

La duración de cada silencio así como el tiempo de permanencia en pantalla de la cifra-estímulo fue de 150 milisegundos. La primera señal acústica servía para recabar la atención del sujeto e indicar la proximidad del estímulo. Acabado el primer silencio se escuchaba por los altavoces del ordenador el elemento estimular (palabra o pseudopalabra). La segunda señal marcaba el momento de inicio de la fase de respuesta.

Diseño

El objetivo general de este experimento es resaltar la implicación de subsistemas de la memoria de trabajo, como el bucle fonológico o el ejecutivo central, en el rendimiento ortográfico de alumnos de educación primaria. También analizamos la influencia de algunas características estimulares como la semantici-

dad, la longitud y la estructura silábica de la palabra en dicho rendimiento.

Para lograr estos objetivos, utilizamos un diseño factorial mixto de medidas repetidas: (2x4x2x3x3). Los factores intersujetos fueron: *curso* (2º y 5º) y *condición experimental* (doble tarea, articulación, control y actividad aritmética). Los factores intrasujetos fueron: *categoría léxica* (palabras y pseudopalabras), *longitud* (dos, tres y cuatro sílabas) y *estructura silábica* (CV, CVC y CCV). Utilizamos como variable dependiente el número de palabras y pseudopalabras incorrectamente escritas. Solo computamos los errores fonéticos. El análisis de los datos se ha efectuado con el programa estadístico SPSS para Windows.

Procedimiento

El experimento se realizó individualmente. Se hicieron varios ensayos de prueba. El periodo máximo de respuesta por estímulo se fijó en 12 segundos. Finalizada la ejecución, o transcurrido el tiempo, el experimentador procedía al cambio de estímulo. Como procedimientos de control, además de los grupos formados a tal efecto, mantuvimos constantes las condiciones ambientales, personales y materiales. Los colegios se eligieron por sorteo y los grupos se igualaron por edad y género. Contrabalanceamos la sucesión de los sujetos en la ejecución de las pruebas individuales y el orden de presentación estimular también fue por azar.

El grupo de control sólo realizó la tarea principal que consistía en escribir al dictado las listas de palabras y de pseudopalabras. El resto de los grupos hicieron una o dos tareas más. Los del grupo de cálculo, además del dictado, realizaron una suma; los de articulación repetían una frase y los de doble tarea articulaban la frase y hacían la suma. A los participantes en las condiciones experimentales de *doble tarea* y de *cálculo* les advertíamos que, inmediatamente después de oír una *señal* acústica, aparecería en pantalla, de forma aleatoria, una *cifra* a la que los alumnos de segundo debían sumar dos unidades y seis los de quinto. A quienes se encontraban la condición de *doble tarea* y de *articulación* les indicábamos que de forma concurrente con la respuesta debían articular reiterada y continuamente una secuencia irrelevante (“lalala...”).

Resultados

Hemos contabilizado la frecuencia de palabras incorrectamente escritas y analizado los tipos de errores cometidos por cada alumno. Consideramos error cualquier palabra mal escrita, bien por falta de correspondencia entre grafemas y fonemas, por alteración del orden de las letras o por agregado u omisión de alguna de ellas. No tuvimos en cuenta los errores debidos a la no aplicación de una regla ortográfica. Sólo registramos el número de palabras con error, con independencia de la cantidad de errores por palabra.

Realizamos un análisis de varianza factorial mixto; como variables intersujetos: 2 cursos (2º y 5º) x 4 condiciones experimentales (doble tarea, articulación, control y cálculo); como variables intrasujetos: 2 categorías léxicas (palabras y pseudopalabras) x 3 estructuras silábicas (CV, CVC, CCV) x 3 niveles de longitud de la palabra (bisílabas, trisílabas, tetrasílabas). La Tabla nº 1 expone las medias y los errores típicos de las variables principales.

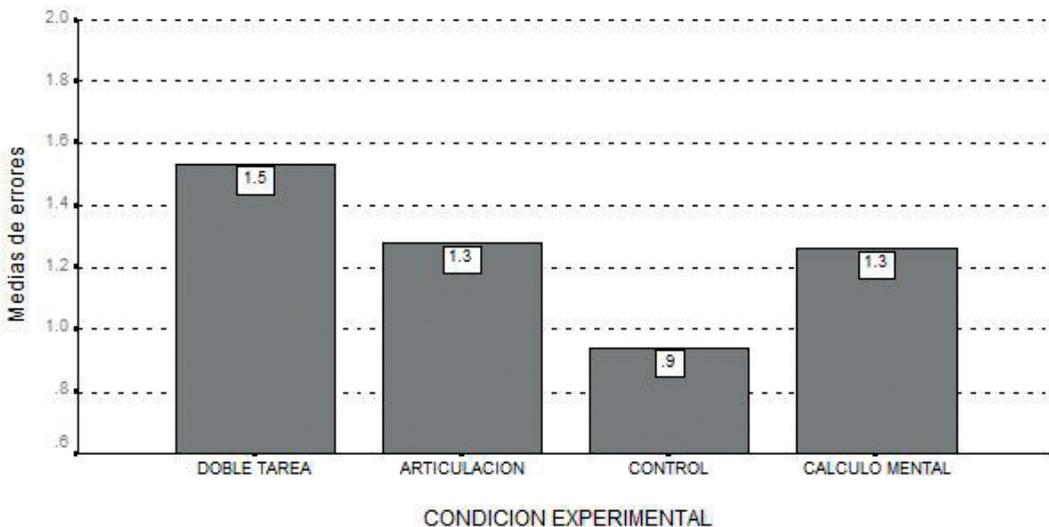
Tabla nº 1: Efectos principales de las variables

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CURSO	429.213	1	429.213	55.048	0.000
TAREA	133.690	3	44.563	5.715	0.001
CATEGORIA LEXICA	541.885	1.000	541.885	203.835	0.000
LONGITUD ESTIMULAR	212.493	1.716	123.842	108.677	0.000
ESTRUCTURA SILABICA	34.836	1.958	17.794	16.563	0.000
Error (CURSO y TAREA)	1294,305	166	7.797		
Error (CATEGORIA LEXICA)	441.3.3	166.000	2.658		
Error (LONGITUD ESTIMULAR)	324.575	284.830	1.140		
Error (ESTRUCTURA SILABICA)	274.461	324.992	1.074		

El MANOVA mostró que la variable *curso*, como efecto principal, fue significativa. [$F(1,166) = 55.048$, $MCE = 7.797$, $p < 0.001$]. La media de los errores producidos por los alumnos de 2º curso de E. P. (1.622) duplicó prácticamente a la obtenida por los de 5º (0.878). También el efecto principal de la variable *condición experimental* resultó significativo [$F(3,166) = 5.715$, $MCE = 7.797$, $p < 0.001$] La condición experimental donde se ha observado el valor más elevado

en la media de errores fue la de *doble tarea* y la más baja los del grupo de *control*. Los resultados de los grupos que realizaron una sola tarea complementaria (articulación y cálculo mental) fueron prácticamente idénticos (Figura nº 1). Al comparar por pares los resultados del grupo de control con los del resto de condiciones experimentales comprobamos que las diferencias de medias han sido en todos los casos significativas al nivel de confianza del 0.05. Por el contrario, en las comparaciones post hoc entre las demás condiciones (grupos que realizaron algún tipo de tarea distractora) no se encontraron diferencias significativas.

Figura nº 1. Medias de errores de la variable *condición experimental*.



También resultaron significativos los efectos principales de las variables *categoría léxica* [$F(1,166) = 203.835$, $MCe = 2.658$, $p < 0.00$], *longitud del estímulo* [$F(2,332) = 108.677$, $MCe = 0.978$; $p < 0.001$] y *estructura silábica* [$F(2-232) = 16.563$, $MCe = 1.052$, $p < 0.001$]. La media de errores en las pseudopalabras (1,668) duplicó a la obtenida en las palabras (0.832), siendo esa diferencia altamente significativa. Observamos, también, que al aumentar la longitud del estímulo se elevaba significativamente la tasa de errores.

Como se puede observar en la Tabla número 2, además de los efectos principales que acabamos de describir, resultaron significativas interacciones dobles de diferentes factores.

TABLA Nº 2. Interacciones dobles

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CURSO * CONDICION EXPERIMENTAL	62.585	3	20.862	2.676	0.049
CATEGORÍA LÉXICA * CURSO	5.962	1	5.962	2.243	0.136
CATEGORIA LÉXICA * CONDICION EXP.	172.535	3	57.512	21.634	0.000
LONGITUD * CURSO	7.676	2	4.473	3.926	0.026
LONGITUD * CONDICION EXPERIMENTAL	59.992	5.148	11.655	10.227	0.000
CATEGORÍA LÉXICA * LONGITUD	50.030	1.971	25.383	38.739	0.000
CATEGORÍA LÉXICA * ESTRUCTURA	59.811	1.992	30.020	36.175	0.000
ESTRUCTURA * CURSO	15.224	1.958	7.612	7.238	0.001
LONGITUD * ESTRUCTURA	25.232	3.823	6.603	10.723	0.000
Error (CURSO * CONDICION EXPTAL.)	1294.305	166	7.797		
Error (CATEGORÍA LÉXICA)	441.303	166	2.658		
Error (LONGITUD)	324.575	284.830	1.140		
Error (ESTRUCTURA)	349.133	324.992	1.074		
Error (CATEGORÍA LÉXICA * LONGITUD)	214.381	327.186	0.655		
Error (CAT. LÉXICA * ESTRUCTURA)	274.461	330.731	0.830		
Error (LONGITUD * ESTRUCTURA)	390.623	634.610	0.616		

Un análisis pormenorizado nos ha permitido constatar en la interacción de los factores *curso* y *condición experimental* que los alumnos de 2º sometidos a la condición de articulación alcanzaron la media de errores similar a la obtenida por quienes realizaron la tarea múltiple y superior, en ambos casos, a la de los grupos de control y de cálculo. A su vez, el grupo de control se diferenció del grupo de doble tarea y del de articulación ($p < 0.012$ y $p < 0.017$). En 5º curso, los grupos en situación de *articulación* y de *cálculo* invirtieron la tendencia; la media

del grupo en condición de *cálculo* superó a la alcanzada por el de *articulación*), siendo la diferencia significativa ($p = 0.014$). En este curso el análisis puso de manifiesto que el grupo de articulación y el de control tuvieron niveles semejantes de rendimiento ($p = 0.557$), al igual que los grupos de doble tarea y cálculo ($p = 0.587$). Las diferencias fueron significativas entre los grupos del resto de las condiciones experimentales. El grupo de control se diferenció del grupo en condición de doble tarea ($p < 0.001$) y del grupo de cálculo ($p < 0.002$).

El análisis de las interacciones dobles *curso* estructura silábica* y *curso * longitud* puso de manifiesto que en el curso 2º se produjo un incremento de errores conforme aumentaba la complejidad de la estructura mientras que en el curso 5º, aunque las diferencias entre la estructura CCV y el resto fueron significativas ($p < 0.052$ y $p < 0.040$), el patrón no fue lineal. La estructura CCV reveló un número de errores superior a la estructura CV pero inferior a la estructura CVC (Figura nº 2). Análogamente, a medida que aumentaba la longitud del estímulo se incrementaba la media de los errores, aunque en 2º curso las palabras trisílabas y las tetrasílabas, estadísticamente diferentes, $p < 0.005$, han obtenido una puntuación de error más similar entre sí que la alcanzada en 5º curso, $p < 0.000$.

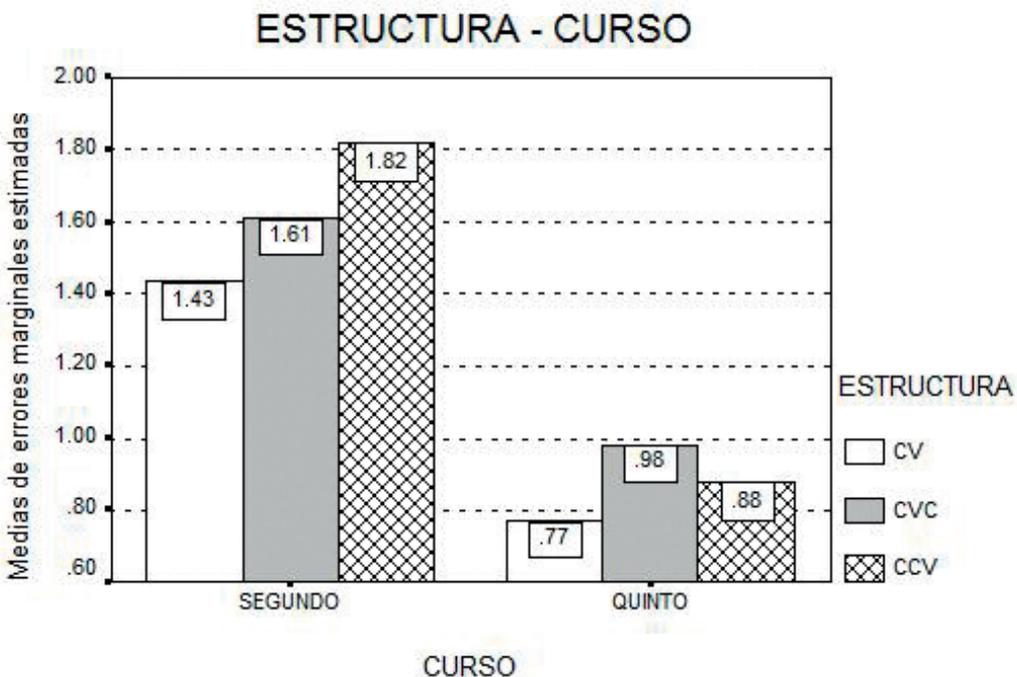
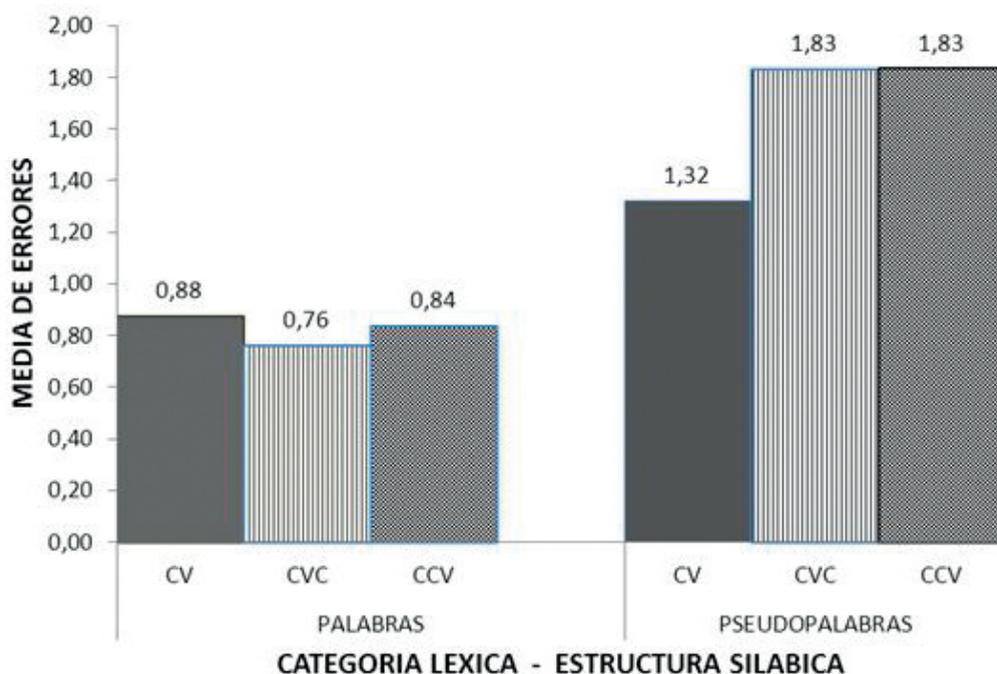


Figura Nº 2. Medias de errores en la interacción *curso* * *estructura silábica*.

La interacción *categoría léxica* * *longitud estimular* reveló que a medida que aumenta el nivel de longitud del estímulo se produce un incremento de la tasa de errores, tanto en palabras como en pseudopalabras. Algo que no se observó al analizar la interacción *categoría léxica* * *estructura silábica* (Figura nº 3). En la condición de *palabras* no se produjo un aumento progresivo de errores conforme se sucedían las estructuras. La estructura CV se diferenció sólo de la estructura CVC ($p = 0.022$). En la categoría de *pseudopalabras* la estructura CV estableció diferencias tanto con la estructura CVC ($p = 0.000$) como con la estructura CCV ($p = 0.000$). En las dos categorías semánticas las estructuras CVC y CCV igualaron sus efectos ($p = 0.082$ y $p = 0.947$). Entendemos que la interacción se manifiesta en el comportamiento de la estructura CV que, en la categoría de palabras, muestra una media de errores superior al resto de las estructuras, mientras en la categoría de *pseudopalabras* la media es significativamente inferior a las demás. El análisis de la interacción *categoría léxica* * *condición experimental* parece demostrar resultados opuestos para los grupos de cálculo; mientras en la categoría de *palabras* alcanzaron la media de errores



más baja, por debajo del grupo de control, en la categoría de *pseudopalabras* obtuvieron la media más alta, superando en número de errores, incluso, al grupo en la condición de doble tarea.

Figura nº 3. Medias en la interacción categoría léxica * estructura silábica.

El análisis de la interacción *longitud estimular * estructura silábica* puso de manifiesto que en las trisílabas hay un incremento lineal ascendente (CV, CVC y CCV) del número de errores. En las bisílabas y en las tetrasílabas la estructura CVC rompe esta tendencia. En concreto, en las bisílabas la ejecución es peor con la estructura CVC que con CV y CCV, mientras en las tetrasílabas no hay diferencia entre las estructuras CV y CVC.

En la interacción *longitud * condición experimental* (Figura nº 4), el patrón de resultados en las condiciones experimentales de tarea múltiple y de articulación fue similar. Se produjo un incremento en el número de errores de las bisílabas a las trisílabas y de estas a las tetrasílabas. Sin embargo en las condiciones de control y de cálculo las bisílabas y las tetrasílabas no se diferenciaron entre sí ($p \geq 0.061$). La condición de bisílabas fue significativamente inferior al resto de longitudes en estas mismas condiciones.

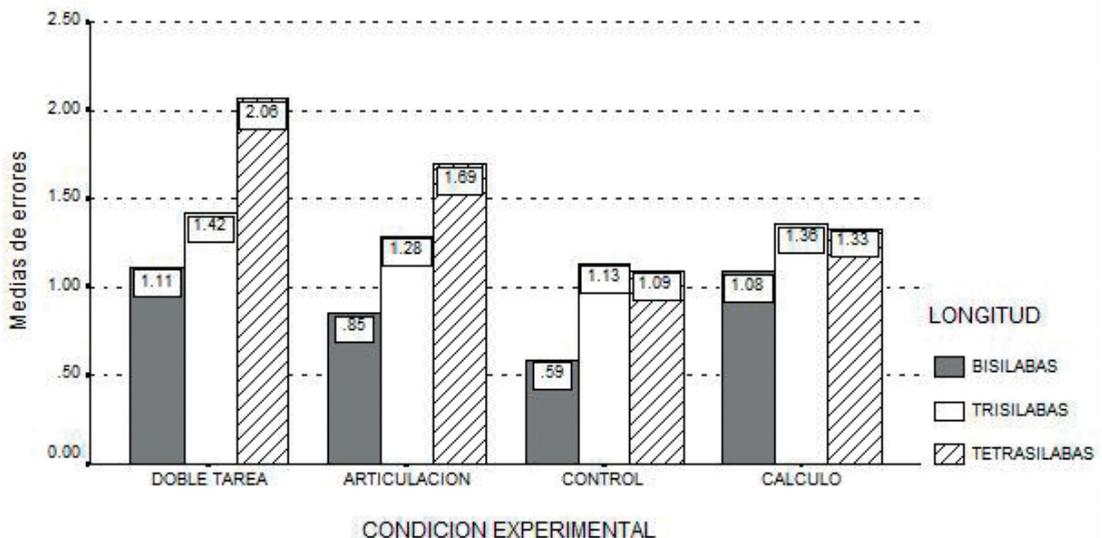


Figura nº 4. Medias marginales estimadas en la interacción longitud * condición experimental.

La interacción *condición estimular * estructura silábica* mostró que la condición de articulación la estructura no tuvo ningún efecto. En la condición de doble tarea la estructura CCV mostró un mayor número de errores que las estructuras CV y CVC ($p < 0.01$), las cuales no se diferenciaron entre sí. En la condición de cálculo las estructuras CVC y CCV mostraron un mayor número de errores que la condición CV ($p < 0.001$) no manifestando diferencias significativas entre sí. Por último, en la condición de control fue la estructura CVC la que presentó un mayor número de errores en relación a las estructuras CV ($p < 0.001$) y CCV ($p < 0.01$). La interacción se manifiesta de forma que en cada condición experimental se modificó el efecto de la estructura silábica.

Discusión y conclusiones

Con el experimento se intentaba analizar los efectos de los aspectos funcionales del bucle fonológico en la actividad ortográfica de escolares representados en dos grupos de diferentes edades

Los resultados muestran que la media de errores ortográficos de los alumnos de segundo curso duplica a la de los alumnos de quinto, siendo esta diferencia altamente significativa. Sin embargo, estos datos no permiten deducir que la razón de la discrepancia sea un cambio estructural del sistema de memoria de trabajo sino más bien una modificación funcional del procesamiento producido por la edad. Aun suponiendo que los alumnos de ambos cursos tuvieran la misma capacidad de almacenamiento y poseyeran idénticas representaciones léxicas, fonológicas y ortográficas la mayor eficacia de los alumnos de quinto puede deberse a que la huella de esas representaciones es mayor por haber estado expuestos con más frecuencia a los estímulos y a que disponen de automatismos y estrategias que les permite mayor rapidez en la ejecución y tasas de repaso articulatorio mas elevadas. Por el contrario, los alumnos más jóvenes, que aún no han consolidado su lexicón ortográfico, utilizan prioritariamente estrategias de transformación fonológica y dedican más recursos al procesamiento que al mantenimiento. Esta explicación sería compatible con la propuesta de Baddeley

y en línea con la *teoría de la eficiencia verbal* que mantiene que la automatización de los procesos de codificación libera recursos de la memoria de trabajo (Perfetti, 1985, 2007).

La *edad* interacciona significativamente con la *longitud* estimular, con la *estructura silábica* y con la *condición experimental*. Esto parece revelar que el incremento de la dificultad repercute con más intensidad en los alumnos pequeños porque tienen menos consolidado el aprendizaje y cuando escriben necesitan apoyarse en recursos fonológicos. Por el contrario, la interacción *curso * categoría léxica* no fue significativa, como tampoco lo fueron las interacciones triples en las que participaban el *curso* y la *categoría léxica*. Lo atribuimos a que la escritura de palabras desconocidas o de pseudopalabras sólo se puede realizar siguiendo criterios fonológicos. Esto obliga a los alumnos de quinto a seguir la misma ruta que los de segundo y, por tanto, se acortan sus ventajas.

El experimento ha puesto de manifiesto el deterioro ortográfico producido por la alteración funcional del bucle fonológico cuando se manipulan características estímulares como la longitud, la complejidad silábica o la categoría léxica. Los resultados muestran el *efecto de longitud estimular*: conforme aumenta la longitud del estímulo se deteriora el recuerdo y se producen más errores. Este hallazgo es importante porque confirma que en el lenguaje escrito se produce un efecto similar al de *longitud de la palabra* observado por Baddeley et al. (1975) en el lenguaje oral y también porque el *efecto de longitud estimular* obtenido se logró actuando la memoria en situación de máxima normalidad. En el experimento se tuvo especial cuidado para que la `carga` estimular no saturara la amplitud de la memoria. La longitud de cada estímulo no rebasó el intervalo de memoria ni supuso un reto elevado para el proceso de repaso. Baddeley et al. (1975), consecuentes con la hipótesis del decaimiento, atribuyeron el *efecto de longitud de la palabra* al proceso de repaso. Consideraron que es la duración de la palabra, y no el número de unidades que la forman, el elemento crucial del recuerdo. No pretendemos contradecir este planteamiento, pues el incremento de la longitud silábica del estímulo posiblemente lleve apareado un aumento de su duración articulatoria, pero es probable que en la aparición del *efecto de longitud de la palabra* concurren otras causas, además de las propias del proceso de repaso articulatorio. Si en este experimento no tuvimos en cuenta la duración articulatoria de los estímulos fue porque consideramos que en español la variabilidad temporal de las sílabas es poco significativa y porque consideramos que,

incluso en la condición experimental más adversa, el bucle fonológico tendría tiempo suficiente para repasar reiteradamente el mas largo de los estímulos antes de que comenzara el periodo de decaimiento.

Cuando lo que está en observación es el funcionamiento de la memoria de trabajo, como sistema implicado en el proceso de reconversión de lo fonológico en ortográfico, y no su capacidad, convendría prestar más atención a la incidencia de las características estimulares y a las interacciones de las mismas. Esto se deduce del estudio de algunas interacciones significativas encontradas en nuestro trabajo, como por ejemplo *categoría léxica * longitud estimular, longitud estimular * estructura silábica* y *longitud estimular * condición experimental*.

La interacción, *categoría léxica * longitud estimular*, muestra con claridad el *efecto de longitud estimular* pues a medida que crece la longitud del estímulo aumenta el número de errores; sin embargo, el comportamiento de las trisílabas no es homogéneo en palabras y en pseudopalabras. Suponemos que se debe a que cuando el estímulo tiene significado necesita mayor longitud para que se produzcan diferencias significativas que cuando no lo tiene, pues en el primer caso el recuerdo se apoya en pistas semánticas, léxicas y fonológicas que le ofrece la MLP; cuando el estímulo carece de contenido semántico su referente es la representación fonológica producida en la MCP.

El hecho de que varias interacciones dobles sean significativas muestra que la acción conjunta de dos o más factores introduce cambios en el procesamiento. En definitiva, se deduce que el efecto longitud puede variar si influyen otros factores procesuales y estimulares. Por un lado, el número de veces que se puede repasar un estímulo largo es menor que el de uno corto, su representación fonológica en la memoria a corto plazo es más débil y vulnerable al decaimiento, y por otro, al interactuar las características longitudinales, lexicales o estructurales, el estímulo se hace más complejo por lo que su procesamiento exige más cantidad de recursos y produce mayor número de errores.

En el ámbito psicopedagógico se afirma frecuentemente que la estructura silábica *consonante+vocal* (CV) es más sencilla porque se compone sólo de dos fonemas y porque su frecuencia de uso, 55,99 %, es mayor que otras más complejas como CVC (20,16 %) o CCV (6,34 %), según Guirao y Borzone (1969). Nuestros resultados parecen confirmarlo sólo parcialmente. Si se examinan los

datos de la variable *estructura silábica* como efecto principal se puede comprobar que conforme se suceden las estructuras aumenta las medias de errores; ahora bien, la comparación de medias por pares desvela que las diferencias de medias obtenidas entre la estructura CV y el resto, CVC y CCV, son significativas, pero no las de estas últimas estructuras entre sí. Hay algunas interacciones que reflejan cómo la estructura CCV, con menor frecuencia de uso que CVC, produce una media de errores más baja que ésta. Así, la interacción *longitud estimular * estructura silábica* permite comprobar que sólo cuando los estímulos tienen tres sílabas la media de errores sube a medida que se suceden las estructuras. En los otros niveles de longitud esto no ocurre; pues la estructura CVC en las trisílabas produce más errores que la CCV; y cuando los estímulos tienen cuatro sílabas la estructura CV alcanza más errores que la CVC. Los datos de la interacción *estructura silábica * curso* revelan un fenómeno similar, los alumnos de quinto han alcanzado una media de errores superior en la estructura CVC que en la CCV. Teniendo en cuenta los antecedentes podemos concluir que aunque nuestros resultados ponen en entredicho la graduación que tradicionalmente se hacía de la dificultad estructural silábica y parecen indicar que en el lenguaje escrito la dificultad de las estructuras CVC y CCV no se corresponde con su frecuencia de uso, debiera tenerse en cuenta, además, de la frecuencia, la dificultad de articulación.

En nuestra opinión, los datos avalan que la *memoria a largo plazo* ayuda a la *memoria operativa* en las tareas ortográficas, tanto los obtenidos en la variable *categoría léxica* como efecto principal, cuanto los hallados en las interacciones dobles *categoría léxica * condición experimental*, *categoría léxica * longitud estimular* y *categoría léxica * estructura silábica*. Los resultados revelan la acción de algunas variables influyentes en la *memoria de trabajo* durante las fases de almacenamiento y procesamiento de la información. La audición de una palabra conocida originaría en esa memoria una representación fonológica y, al mismo tiempo, activaría en la *memoria a largo plazo* tres tipos de representaciones: semántica, ortográfica y fonológica. La representación semántica ayudaría a prolongar la duración de la huella en la *memoria de trabajo*, las representaciones ortográfica y fonológica permitirían la reconstrucción de los trazos deteriorados por el decaimiento. De esta forma el *ejecutivo central* podría redistribuir los recursos disminuyendo los de mantenimiento para dedicarlos a procesar la información y a paliar los efectos nocivos que supone la acción concurrente de una doble tarea. Ahora bien, la audición de una pseudopalabra también produce

una representación fonológica en la *memoria de trabajo*, pero no activa las representaciones semántica, ortográfica y fonológica en la *memoria a largo plazo* porque habitualmente no existen. La huella debe mantenerse con el único apoyo del *proceso de repaso articulatorio* del *bucle fonológico*. Así queda expuesta al debilitamiento por el paso del tiempo, a la interferencia fonológica de sus propios elementos constituyentes y a la que puedan producir agentes como la *supresión articulatoria* u otros. Por tanto, la *memoria de trabajo* tiene que hacer frente con los mismos recursos a mayores necesidades y la actividad ortográfica lo refleja con un aumento de errores.

Los resultados han desvelado que el rendimiento ortográfico empeora cuando el proceso escrito tiene lugar de forma simultánea con otra u otras actividades complementarias. Al analizar los efectos de la variable *condición experimental* comprobamos que los tres grupos que realizaron alguna actividad secundaria superaron significativamente la media de errores producida por el grupo de *control*, tal vez porque todos los recursos cognitivos estaban a disposición de la tarea ortográfica. En la condición de *supresión articulatoria* se produjeron unos efectos superiores a los del grupo de *control* y similares a los del *cálculo mental*. De acuerdo con la tesis de Baddeley, Lewis y Vallar (1984), el aumento de los errores ortográficos se debería al debilitamiento del trazo de memoria ya que la articulación entorpecería el proceso de repaso. Estos autores mantienen que la *supresión articulatoria* puede suprimir, incluso, el *efecto de longitud de la palabra* si la articulación se produce durante las fases de presentación estimular y de recuerdo. En nuestro experimento el *efecto* no desapareció del todo, posiblemente porque la *supresión* sólo se practicó durante la fase de recuerdo y de emisión de la respuesta.

Al realizar una tarea secundaria de cálculo aritmético se supone que el *almacén fonológico* mantiene los términos y el resultado de la suma mientras el *ejecutivo central* realiza la operación. Nuestros resultados ponen de manifiesto que la interferencia que produce la tarea de *cálculo* genera una tasa de errores similar a la originada por la *supresión articulatoria*. Los alumnos de segundo curso han obtenido una media de errores más elevada en la condición de *supresión* que en la de *cálculo*, posiblemente por lo argumentado anteriormente, tienen menos automatismos lingüísticos y dedican la mayor parte de sus recursos al procesamiento. Así mismo, la actividad articulatoria produce un incremento significativo de errores en las dos categorías léxicas, tal vez porque en ambas la

actividad principal y la secundaria son de la misma naturaleza y, por tanto, demanden el mismo tipo de recursos. El *cálculo mental* influyó especialmente en las pseudopalabras, eliminó prácticamente el *efecto de longitud* estimular, tal vez porque realizado por escolares implique cierta articulación subvocálica que interfiera con el proceso de repaso articulatorio.

En nuestro planteamiento inicial, manteníamos que la realización concurrente de la tarea principal con otra *múltiple* (*supresión articulatoria + cálculo mental*) producía en la actividad ortográfica unos efectos disruptivos superiores a los que ocasionarían dichas tareas realizadas aisladamente, pero inferior a la suma de ellos. Esta previsión se ha confirmado plenamente. Sin embargo, tenemos que matizar lo siguiente: la escritura de pseudopalabras en condición de *tarea múltiple*, produjo una media de errores inferior a la que se generó el *cálculo mental*; es decir, no produjo un número de errores significativamente mayor que el causado por la más distorsionante de ellas. Esto nos hace pensar que el limitado número de recursos de la *memoria de trabajo* puede hacer frente sólo a otro número, también limitado, de interferencias. Una vez que el *ejecutivo central* ha distribuido todos los recursos, las tareas que los rebasan no pueden ser atendidas.

Referencias

Andersson, U., y Lyxel, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(3), 197- 228.

Álvarez, C.J., Carreiras, M., y Perea, M. (2004). Are syllables phonological units in visual word recognition. *Language and Cognitive Processes*, 19, 427-452.

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

Baddeley, A. D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. Hove (UK):Erlbaum.

Baddeley, A. D. (1992). Is working memory working? The fifteenth Barlett lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A(1), 1-31.

Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Science*, 4, 417–423.

Baddeley, A. D. (2002). Fractionating the central executive. En D.T. Stuss y R.T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp.246-260). New York: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. y Andrade, J. (2000). Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 126-145.

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*, (pp. 205-217). London: Academic Press.

Baddeley, A. D., Lewis, V. J., y Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 233-252.

Baddeley, A. D., y Logie, R. H. (1999). Working memory: the multiple-component model. En A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of working memory* (pp. 28-61). New-York: Cambridge University Press.

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.

Campoy, G. (2008). The effect of word length in short-term memory: Is rehearsal necessary? *Quarterly, J. of Experimental Psychology*, 61, 724-734.

Carreiras, M., Alvarez, C. J., y De Vega, M. (1993). Syllable frequency and visual word recognition in spanish. *Journal of Memory and Language*, 32, 766-780.

Carreiras, M., y Perea, M. (2002). Masked priming effects with syllabic neighbors in a lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 1228-1242.

Carreiras, M., y Perea, M. (2004). Naming pseudowords in Spanish: Effects of syllable frequency. *Brain and Language*, 90, 393–400.

Chindoy Nazuer, S. P. (2010). *¿La sílaba continúa siendo una unidad de procesamiento lingüístico relevante en la escritura de palabras en personas de 50 a 60 años?* (Trabajo de grado para optar al título de Lingüista Facultad de Ciencias Humanas). Universidad Nacional de Colombia.

Cholina, J., Levelta, W., y Schillera, N. (2006). Effects of syllable frequency in speech production. *Cognition*, 99, 205–235

Cowan, N., Wood, N. L., Nugent, L. D., y Treisman, M. (1997). There are two word length effects in verbal short-term memory: Opposed effects of duration and complexity. *Psychological Science*, 8, 290-295.

Dosher, B. A., y Ma, J. J. (1998). Output loss or rehearsal loop? Output-time versus pronunciation-time limits in immediate recall for forgetting-matched materials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24(2), 316-355.

Elosúa, M. R., y Lechuga, M. T. (1999). Diferencias relacionadas con la edad en el funcionamiento de la memoria operativa. *Cognitiva*, 11(1), 109-125.

García-Madruga, J., y Fernández, T. (2008). Memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento en la educación secundaria. *Anuario de Psicología*, 39(1) 133-157.

Gathercole, S. E., y Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.

González-Castro, P., Rodríguez, C., Cueli, M., Cabeza, L., y Álvarez, L. (2014). Competencias matemáticas y control ejecutivo en estudiantes con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad y Dificultades de Aprendizaje de las Matemáticas. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 125-143.

Guirao, M., y Borzone, A. M. (1969). Fonemas, sílabas y palabras del español de Buenos Aires. En J. Alcina y J. M. Blecua (Eds.), *Gramática Española*. Barcelona: Ariel.

Henry, L. A. y Millar, S. (1991). Memory span increase with age: A test of two

hypotheses. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51, 459-484.

Hitch, G. J., y Halliday, M. S. (1983). Working memory in children. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 302, 325-340.

Hulme, C, Maughan, S., y Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence form a long-term memory contributions to short-term memory span. *Journal of Memory and Language*, 30, 685-701

Hulme, C., Surprenant, A.M., Bireta, T. J., Stuart. G., y Neath, I. (2004). Abolishing the Word length effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 30, 98-106.

Jones, D.M. y Macken, W.J. (1993). Irrelevant tones produce an irrelevant speech effect: Implications for phonological coding in working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 369-381.

MEC, (1989). *Vocabulario básico en la E.G.B.* Madrid: Espasa Calpe.

Miyake, A., Friedman, N.P, Rettinger, D.A., Shah, P., y Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of experimental Phychology: General*, 130(4), 621-540.

Neath, I., y Nairne, J. S. (1995). Word-length effects in immediate memory: Overwriting trace decay theory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 429-441.

Oberauer, K., Lange, E., y Engle, K. M. (2004). Working memory and resistance to interference. *Journal of Memory and Language*, 51, 80-96.

Perfetti, C. A. (1985). Reading ability: lexical quality to comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 11, 357-383.

Perfetti, C. A. (2007). Reading ability: lexical quality to comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 11(4), 357-383.

Waters, G. S., Rochon, E., y Caplan, D. (1992). The role of high-level speech

planning in rehearsal: Evidence from patients with apraxia of speech. *Journal of Memory and Language*, 31, 54-73.

ANEXO

Relación de estímulos utilizados en experimento.

PALABRAS

mapa	carne	trucha			
caja	falso	blusa	mañana	regañar	gruñona
rana	bajar	ladra	garrafa	báscula	ladrillo
loro	taller	gramo	botijo	martillo	plumero
fecha	riñón	crece	payaso	naranja	retraso
doce	dulce	flojo	lechuza	difícil	flechazo
gasa	chupar	playa	cadera	salchicha	clavija
baño	mirar				
yate	goles				
	desayuno		furgoneta		madrileño
	botellazo		personaje		fotógrafo
	leñadora		barandilla		bicicleta

cacharrero	mayúscula	caprichoso
pegajoso	ratoncito	cremallera
femenino	regañarle	retrasado

PSEUDOPALABRAS

mace	carso	trusa	marrafa	regacil	grumero
cate	falce	blucha	gachuza	baschicha	laterallo
raño	barar	drala	boñana	marcullo	pluñona
locha	tañon	grace	patijo	nafiñar	redriso
fena	ripar	cremo	ledera	diranja	flevija
doja	dulne	f loya	cayaso	saltila	clachazo
gapa	chules	plajo			
yasa	gojar				
desarrero			furgonaje		matraleño
botedora			pergoneta		fodrichoso
leñajoso			batondilla		bitógrafo
cachanino			marancito		cacicleta
pegallazo			rayuscule		cremasado
femeyuno			resoñarla		redrillera