

Influencia de la frecuencia de las letras en el efecto de facilitación por transposición de letras

JON-ANDONI DUÑABEITIA, EVA GUTIÉRREZ Y YAIZA MENA

Universidad de La Laguna



Resumen

A través de un experimento de decisión léxica con priming enmascarado, se investiga la influencia de la frecuencia de las letras manipuladas en el efecto de facilitación por transposición. El experimento se llevó a cabo en español, y se escogieron las consonantes de mayor y menor frecuencia para la manipulación experimental. Las pseudopalabras que ejercían de estímulos señal fueron creadas a partir de las palabras test, transponiendo dos letras en posiciones no adyacentes. En todos los casos se controló que las transposiciones implicaran letras de similar frecuencia (bien alta, bien baja frecuencia). Paralelamente se diseñaron estímulos señal a modo de control, en los que las letras críticas en la condición de transposición se reemplazaron por otras de similar forma y frecuencia. Los resultados mostraron un efecto de facilitación por transposición únicamente para los pares en los que las letras tenían baja frecuencia de aparición. En cambio, en la condición de frecuencia de letras alta, no se encontró facilitación por transposición. La frecuencia de las letras que se transponen modula ciertamente los efectos a encontrar. Los resultados se discuten en relación a los modelos de codificación y de reconocimiento visual de palabras, así como en relación a las investigaciones precedentes en la misma línea.

Palabras clave: Efecto de transposición, codificación de letras, frecuencia de letras, reconocimiento visual de palabras.

Letter frequency in transposed-letter similarity effects

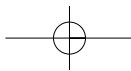
Abstract

A masked priming lexical decision experiment was conducted to examine the influence of letter frequency in the transposed-letter similarity effect. The experiment was run in Spanish, and for the purposes of the study and the experimental manipulation, the consonants with highest and lowest frequency of appearance were involved in the transpositions. The nonword primes were created by transposing nonadjacent letters with similar frequency. In all the cases it was controlled that the letters involved in the transposition were both high frequency letters or low frequency letters. A parallel procedure was followed with the control nonword primes, which were created by replacing the critical letters by other consonants with approximately the same letter shape and frequency. Results showed the expected facilitation for the transposed primes (when compared with the control primes), but only for the low frequency letter condition. When the involved letters were high-frequency letters, the facilitation effect was not reliable. Therefore, letter-frequency seems to modulate the facilitation-by-transposition effect. The implications that these results have for the models in visual word recognition are examined and discussed.

Keywords: Transposition-letter similarity effect, letter encoding, letter frequency, visual word recognition.

Agradecimientos: Jon Andoni Duñabeitia es receptor de una beca pre-doctoral del Gobierno Vasco. La investigación reportada en este artículo ha sido parcialmente financiada por los proyectos SEJ2004-07680-C02-02/PSIC y SEJ2005-05205/EDU del Ministerio de Educación y Ciencia español, y por BFF2002-10379-E de ESF-EUROCORES-OMLL. Los autores agradecen a Cristina Baus sus comentarios respecto a una versión anterior del manuscrito.

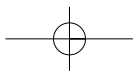
Correspondencia con los autores: Jon Andoni Duñabeitia. Departamento de Psicología Cognitiva, Facultad de Psicología, Universidad de La Laguna, Campus de Guajara s/n, 38205 Tenerife. E-mail: jaduna@ull.es
Grupo Neurociencia Cognitiva y Psicolingüística: www.neurocog.ull.es



2 *Cognitiva*, 2006, 18 (2), pp. 0-0

Cómo codifica el lector el orden de las letras internas de las palabras es, todavía hoy, una incógnita. La investigación en este campo es abundante, aunque no concluyente. Lo que sí parece claro es que cuando un lector experto decodifica los grafemas que integran una palabra como 'oreja', lo hace de un modo eficaz y único, ya que (habitualmente) no integra el significado de 'ojera', a pesar del gran parecido y solapamiento entre ambos anagramas. La mayoría de modelos sobre el reconocimiento visual de las palabras asumen que las letras se asocian a su posición concreta en un estadio muy temprano del procesamiento (*v.g.*, modelos como el Interactive Activation de Rumelhart y McClelland, 1982; el Multiple Read-Out de Grainger y Jacobs, 1996; el Dual-Route Cascade de Coltheart, Rastle, Perry, Ziegler y Langdon, 2001). De este modo, se explica el hecho de que la codificación de 'oreja' se pueda realizar al margen de la interferencia que la palabra 'ojera' pueda provocar en el proceso. Pese a esto, la investigación en los últimos años ha sido especialmente crítica con estas asunciones, cuestionando esa codificación serial mediante el efecto de similitud de las palabras con letras transpuestas. En tareas de presentación simple de palabras, las cadenas de letras creadas como resultado de transponer dos letras internas de una palabra origen (*v.g.*, *reloucción*, como transpuesta de *revolución*) conllevan latencias de respuesta mayores y porcentajes de error más elevados que otras en las que las letras manipuladas se sustituyen por diferentes letras (*retonucción*) según su forma (*v.g.*, Chambers, 1979; O'Connor y Forster, 1981; Perea y Carreiras, 2006; Perea y Lupker, 2004a). Más aún, cuando esa manipulación se lleva a cabo mediante paradigma de priming enmascarado (Forster y Davis, 1984), los resultados apuntan a que existe mayor relación ortográfica entre los pares relacionados por transposición de letras que entre los pares con reemplazo (*v.g.*, Andrews, 1996; Forster, Davis Schoknecht y Carter, 1987; Perea y Lupker, 2003, 2004a; Schoonbaert y Grainger, 2004). En estas investigaciones que han empleado el priming enmascarado con asincronía inter-estimular (SOA) breve, en los que los estímulos señal preceden durante pocos milisegundos (30-66 ms) a las palabras test, se ha encontrado un robusto efecto de facilitación de las pseudopalabras creadas por transposición (*reloucción*) frente las palabras originales (*revolución*). En cambio, cuando las palabras test están precedidas por pseudopalabras con reemplazo de letras (*retonucción*), la facilitación es significativamente menor (véase Perea y Lupker, 2003, para una revisión). Este compendio de datos apoya la idea de que la codificación de las letras no se hace de forma lineal y serial, otorgando a cada letra una posición espacial concreta. En cambio, apuntan a la existencia de cierta flexibilidad en la codificación, que hace que la activación de la palabra 'oreja' implique también la activación de un vecino por transposición como 'ojera', pese a que finalmente sea sólo 'oreja' la palabra que se integre.

Las cadenas de letras creadas mediante transposición no solamente producen efectos de facilitación de forma respecto a controles ortográficos en tareas de decisión léxica (*v.g.*, Andrews, 1996; Duñabeitia, Perea y Carreiras, enviado; Perea y Lupker, 2004a), sino que también producen efectos de priming asociativo (*v.g.*, Perea y Lupker, 2003). De ahí que a raíz de este robusto efecto de facilitación por transposición, los modelos de codificación hayan tratado de acomodarse a esquemas menos posicionales, y más distribuidos o flexibles. Modelos de codificación como el SOLAR (Davis, 1999) o el SERIOL (Whitney, 2001), han acomodado sus esquemas al efecto de transposición, asumiendo que estos efectos son ortográficos por naturaleza. Otro modelo, como el Overlap de Gómez, Ratcliff y Perea (enviado), con cierta base en el modelo de Ratcliff (1981), ha surgido como consecuencia de la nueva evidencia en la codificación de los grafemas. Por el momento, estos tres modelos son los únicos que acomodan satisfactoriamente (y por tanto predicen) el efecto de facilitación por transposición (véase Perea y

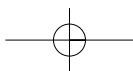
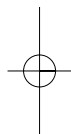
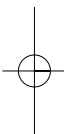


Lupker, 2004a, para una revisión). Aunque con diferente grado de exactitud, algunos de estos modelos ofrecen índices numéricos que indican mayor similitud entre los pares transpuesto-original que entre los pares reemplazado-original. Así, una palabra como *'lotería'* mantendría con su transpuesta *'loretía'* un solapamiento en el 71% de sus letras (5 de 7). El modelo SOLAR indica una proporción de emparejamiento¹ entre ambas de 0.64, mientras que el SERIOL indica un 0.92. Esta es, por tanto, la primera gran diferencia entre los dos modelos para transposiciones en letras no adyacentes (véase Perea y Lupker, 2004a, para confirmación del efecto). La segunda de las diferencias reside en la comparación que cada uno de los modelos hace de la palabra con su control por reemplazo (*locelía*). El modelo SOLAR indica un emparejamiento entre ellas de 0.54, mientras que el SERIOL indica un 0.64 (nótese que la diferencia entre transpuesta y reemplazada es mucho mayor en el caso del SERIOL).

A pesar de esto, los modelos SOLAR y el SERIOL no hacen ninguna predicción exacta sobre potenciales efectos diferentes según las letras que se manipulan y su frecuencia. Al comparar, por ejemplo, la proporción de emparejamiento de *'loretía'*-*'lotería'* respecto a otras palabras de igual longitud y manipulación en misma posición (*refugio* como transpuesta de *refugio*, frente a su control *reyubio*), las predicciones se mantienen constantes. Este hecho tiene gran relevancia, y asume cierto riesgo, dado que en el caso de *'lotería'*, las letras manipuladas (T y R) tienen una frecuencia de aparición mucho mayor en español que en el caso de *'refugio'* (F y G), y los valores que se predicen son invariables.

Perea y Lupker (2004a, 2004b) mostraron que en tareas de decisión léxica con priming enmascarado, manipulando las palabras mediante transposición y reemplazo, los efectos de facilitación de las transpuestas eran mayores cuando las letras críticas (manipuladas) eran consonantes. Los resultados de estos trabajos ofrecen una visión algo más precisa sobre la representación temprana de los grafemas, con una distinción entre vocales y consonantes acorde a investigaciones precedentes (v.g., Caramazza y Miceli, 1990; Tainturier y Caramazza, 1996; véase Pérez, Palma y Santiago, 2001, para un estudio con transposiciones). Perea y Lupker (2004a), observaron que en español, el efecto de facilitación por transposición de letras no adyacentes no era significativo cuando las letras manipuladas eran vocales (*anamil-ANIMAL*), mientras que sí lo era al transponer consonantes (*caniso-CASINO*). Este mismo patrón de resultados se obtuvo en un trabajo similar llevado a cabo en inglés, con letras adyacentes (Perea y Lupker, 2004b). Recientemente, Johnson (en imprenta) trató de replicar estos resultados mediante la implementación de un paradigma de movimientos oculares con transposiciones en la parafovea². Los resultados de este trabajo no coinciden con los de Perea y Lupker (2004a, 2004b), puesto que Johnson no halló diferencias entre la facilitación producida por vocales y consonantes. Una potencial explicación implícita en los trabajos de Perea y Lupker, se centra en la diferencia de frecuencia de aparición de las vocales respecto a las consonantes. Los resultados obtenidos por Johnson mediante presentación parafoveal no apoyan esta hipótesis, si bien es cierto que Perea y Lupker utilizaron presentaciones foveales de los estímulos. Tanto en inglés como en español, las vocales son grafemas mucho más frecuentes que las consonantes, y tal vez este hecho sea determinante para la codificación de las letras, al menos cuando los estímulos se presentan en la fovea.

A la vista de estos resultados contradictorios, parece necesario profundizar en el papel de la frecuencia de las letras que intervienen en las transposiciones, ya que si el patrón de resultados difiere cuando se manipula esta variable, los modelos de codificación deberían hacerse eco, acomodando sus esquemas a los resultados. La diferencia entre el procesamiento de las vocales y de las consonantes, y el patrón de resultados opuesto observado por Perea y Lupker (2004a, 2004b) y



4 *Cognitiva*, 2006, 18 (2), pp. 0-0

Johnson (en imprenta), podría, como los mismos autores indican, apuntar a una representación distinta para las vocales y las consonantes (*v.g.*, Berent, Bouissa y Tuller, 2001; Berent y Perfetti, 1995; Lee, Rayner y Pollatsek, 2002). En cambio, si se lograsen encontrar diferencias en el efecto de transposición entre letras de la misma categoría (*v.g.*, consonantes de alta y baja frecuencia), indicaría que los resultados no tanto se deben a una representación desigual de las vocales y de las consonantes, sino más bien a un efecto de frecuencia de letra que debería considerarse. Por tanto, el objetivo de este estudio será analizar la influencia que la frecuencia de las letras transpuestas tiene sobre el reconocimiento de las palabras. Una diferencia en el patrón de facilitación observable en la tarea de decisión léxica con paradigma de priming enmascarado indicaría, por un lado, una necesaria reconstrucción de los modelos. Por otro lado, permitiría acotar el efecto de facilitación por transposición, de tal modo que en posteriores investigaciones sobre este efecto se tuviese en cuenta dicha variable de frecuencia. De otro modo, si no se encontrasen diferencias entre las letras involucradas cuando se manipula su frecuencia, supondría que los modelos de codificación actuales que contemplan en sí el efecto de transposición no deberían modificarse más allá de la distinción entre vocales y consonantes.

Se presenta a continuación un estudio del efecto de facilitación producido por la transposición de letras no adyacentes, que integra como variable independiente la frecuencia de las consonantes manipuladas. Cabe señalar que los modelos SOLAR (Davis, 1999) y SERIOL (Whitney, 2001), como decíamos antes, no contemplan diferencias en la facilitación por transposición según la frecuencia, como indican sus valores de predicción para pares vecinos por transposición. El modelo Overlap (Gómez *et al.*, enviado), en principio, tampoco asume (al menos explícitamente) una modulación del efecto dependiente de la frecuencia de las letras manipuladas. Por tanto, unos resultados que muestren interacción entre el efecto de facilitación y la frecuencia de las consonantes, indicaría que los modelos actuales no dan cuenta enteramente de las representaciones que los lectores hacen de las letras en el proceso de codificación. De no existir dicha interacción, y a la vista de los resultados obtenidos por Perea y Lupker (2004a, 2004b), la explicación más plausible (y más compleja para la integración en los modelos de codificación de letras) sería la diferencia de categoría de las vocales y las consonantes. En cambio, de existir diferencias moduladas por la frecuencia de las consonantes, podría pensarse en una explicación no ya de categoría, sino de facilitación en la codificación de las letras, con mayor facilidad de integración en los modelos.

Método

Participantes

En este experimento participaron 38 sujetos. Todos ellos eran alumnos de la Universidad de La Laguna y recibieron créditos lectivos por su participación. Todos los sujetos tenían visión normal o visión corregida.

Materiales

Se diseñaron un total de 144 palabras test de seis a doce letras (promedio de longitud de palabra: 8.83 letras), extraídas de la base LEXESP (Sebastián-Gallés, Martí, Carreiras y Cuetos, 2000), mediante la aplicación BuscaPalabras (Davis y Perea, 2005). La frecuencia promediada de estas palabras era de 4.33 apariciones por millón (rango: 0.18-28.39) según la misma base. Se realizó un análisis de las apariciones en español de las consonantes, para poder discriminar según frecuen-

cia. De este modo, se seleccionaron dos grupos de consonantes. El grupo de consonantes de alta frecuencia lo integraban las letras T, C, N, R y S, siendo la frecuencia de aparición acumulada de todas ellas el 57.11% del total de la lengua (el rango de frecuencias relativas de las letras osciló entre el 8.97 y el 14.43%). El grupo de consonantes de baja frecuencia de aparición estaba formado por las letras B, G, Q, V, H, F, J, Z, Y, Ñ y X, conformando entre todas ellas el 15.79% de las apariciones de consonantes en español (rango: 0.31%-2.97%). Las letras restantes no se emplearon en el diseño de materiales bien por tener una frecuencia media (P, M, D, L; frecuencia acumulada de 27.08%), bien por no existir variedad de palabras con esas consonantes (W, K). Con esto, se distribuyeron las 144 palabras en dos grupos, según la frecuencia de las letras que se fueran a transponer. Las transposiciones, para ambos conjuntos, nunca se realizaron en la primera sílaba, y fueron en todos los casos transposiciones de letras no adyacentes. Más aún, ambas consonantes transpuestas pertenecían al mismo grupo de frecuencias (*v.g.*, *cosruterero* – *COSTURERO*, para el grupo de alta frecuencia y *cerzeva* – *CERVEZA* para el grupo de baja frecuencia). La longitud y la frecuencia global de las palabras no diferían entre las dos listas de estímulos. Las características de los estímulos aparecen recogidas en la tabla I. Las palabras test de ambos grupos podían ir precedidas por 1) estímulos señal creados por transposición no adyacente de las consonantes (*v.g.*, *senerata* – *SERENATA*), o bien por 2) estímulos señal en los que las letras involucradas en la transposición anterior se reemplazaban por otras letras de similar forma y frecuencia (*v.g.*, *secesata* – *SERENATA*).

TABLA I

Características de los estímulos utilizados en el experimento por grupos de frecuencia de letras: longitud (en número de letras), frecuencia (en apariciones por millón) y frecuencia de letras (en porcentajes acumulados por aparición). Entre paréntesis se indican los rangos de cada variable

	Frecuencia	Longitud	Frecuencia de letras
Palabras			
Alta (<i>costurero</i>)	4.35 (0.36-20.54)	9.32 (7-12)	57.11%
Baja (<i>cerveza</i>)	4.30 (0.18-28.39)	8.35 (6-12)	15.79%
Pseudopalabras			
Alta (<i>regaseta</i>)	—	9.08 (7-12)	57.11%
Baja (<i>volegoba</i>)	—	8.34 (6-12)	15.79%

Un procedimiento paralelo se siguió para el diseño de las 144 pseudopalabras, necesarias para llevar a cabo la tarea de decisión léxica. Se crearon dos grupos de pseudopalabras, en función de la frecuencia de las letras a manipular mediante transposición, con los mismos criterios seguidos con las palabras. De esta forma, se crearon 72 pseudopalabras cuyas letras críticas eran de alta frecuencia (*v.g.*, *regaseta* – *REGASETA*), con una longitud media de 9.08 letras. También se crearon otras 72 pseudopalabras del grupo de letras de baja frecuencia (*v.g.*, *volegoba* – *VOLEBOGA*), con una longitud media de 8.43 letras. La manipulación llevada a cabo fue la misma que en el caso de las palabras, sustituyendo las letras por otras de similar forma y frecuencia para la condición de reemplazamiento. La posición de las letras manipuladas fue la misma en el caso de las palabras y de las pseudopalabras. Se crearon dos listas de estímulos, de tal forma que cada palabra test

6 *Cognitiva*, 2006, 18 (2), pp. 0-0

solamente aparecía una vez en cada lista, pero con una condición de prime (letras transpuestas o reemplazadas) distinta en cada una de ellas. Diferentes participantes completaron cada lista.

Procedimiento

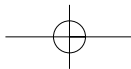
Los participantes fueron testados de forma individual, en una habitación correctamente iluminada y silenciosa. El tiempo total de la prueba no excedió los 12 minutos, incluyendo una práctica de 2 minutos diseñada para que los participantes se familiarizaran con el paradigma experimental. El software de presentación y medición utilizado fue el programa DMDX (Forster y Forster, 2003), implementado en ordenadores PC con pantallas CRT. Cada ensayo consistió en la presentación en el centro de la pantalla de una máscara (#####) durante 500 milisegundos, seguida de la breve aparición del estímulo señal (66 ms) en letra minúscula con fuente Courier New a 12 puntos, y la inmediata aparición del estímulo test en letra mayúscula del mismo tamaño y fuente. Las máscaras que precedían a los estímulos tenían, en cada caso, la misma longitud que los ítems. La tarea de los sujetos era presionar una entre dos posibles teclas correctamente etiquetadas para indicar la legalidad de la cadena de letras que se presentaba en mayúscula en la pantalla. Dos de los botones del teclado servían para contestar y llevar a cabo la decisión ("M" para las palabras y "Z" para las pseudopalabras). Los participantes fueron instruidos para responder con precisión y rapidez a las cadenas de letras en pantalla. En ningún caso se advirtió a los sujetos de la existencia de estímulos en letra minúscula. De hecho, ningún sujeto reportó a los investigadores haber percibido más de un estímulo en cada ensayo. Todos los ensayos fueron aleatorizados, por lo que no hubo repetición en el orden de presentación a través de los sujetos.

Resultados

Para el análisis de latencias se excluyeron todos los datos relativos a respuestas incorrectas (5.2% del total de datos), así como las respuestas correctas con tiempos superiores o inferiores a los puntos de corte, establecidos en 250 y 1500 milisegundos (4.1% de los datos). Las latencias de respuesta promediadas se presentan en la tabla II, junto con las tasas de error. Se realizaron ANOVAs basados en los tiempos de latencia de respuesta y porcentajes de error para sujetos y para ítems, según un diseño 2 (Tipo de estímulo señal: transpuesto, reemplazado) x 2 (Frecuencia de letras: alta, baja) x 2 (Lista: lista 1, lista 2). La variable Lista se

TABLA II
Tiempos promediados de decisión léxica (en milisegundos) y porcentajes de error (entre paréntesis) para las palabras y pseudopalabras

	Tipo de Estímulo Señal		
	Transposición	Reemplazo	Priming
Palabras			
Alta	754 (4.9)	764 (5.6)	10 (0.7)
Baja	738 (5.9)	774 (6.6)	36 (0.7)
Pseudopalabras			
Alta	948 (6.4)	942 (5.6)	-7 (-0.7)
Baja	896 (3.2)	905 (3.7)	9 (0.5)



incorporó a los ANOVAs con el fin de extraer la varianza de error asociada a las listas. Todos los efectos significativos tuvieron valores p menores que .05.

Análisis de palabras

Los ANOVAs sobre las latencias de respuesta a las palabras mostraron un efecto principal de la variable Tipo de estímulo señal. Las palabras precedidas por estímulos manipulados mediante transposición se reconocían más rápidamente (23 ms antes) que las palabras precedidas por estímulos con reemplazo de letras, $F1(1, 36) = 22.30$; $F2(1, 140) = 15.75$. Dada la interacción entre Frecuencia de letras y Tipo de estímulo señal, $F1(1, 36) = 6.30$; $F2(1, 140) = 3.22$, se analizaron los efectos simples. Cuando las letras manipuladas eran de baja frecuencia, los estímulos señal manipulados por transposición implicaron una facilitación significativa (36 ms) respecto a los estímulos señal de la condición de reemplazo, $F1(1, 36) = 26.83$; $F2(1, 70) = 13.72$. En cambio, cuando la misma manipulación se realizó entre letras de alta frecuencia, la facilitación (10 ms) no fue significativa, $F1(1, 36) = 1.80$; $F2(1, 70) = 2.99$.

El ANOVA sobre las tasas de error en palabras no mostró ningún efecto significativo (todas las $ps > .1$).

Análisis de pseudopalabras

Los ANOVAs sobre las pseudopalabras mostraron una ventaja en el reconocimiento a favor de los estímulos con manipulación en letras de baja frecuencia, mediante una diferencia significativa en la variable Frecuencia de letras, $F1(1, 36) = 40.91$; $F2(1, 140) = 7.19$. El resto de efectos e interacciones no fueron significativos, todos ellos con $ps > .1$.

El análisis de las tasas de error reveló el mismo efecto principal de Frecuencia de letras, por el cual las palabras con letras críticas de baja frecuencia produjeron menos errores $F1(1, 36) = 21.09$; $F2(1, 140) = 7.47$. El resto de efectos no fue significativo ($ps > .1$).

Discusión

Los resultados del experimento son claros. Por un lado, se replica el efecto de facilitación por transposición de letras no adyacentes (*v.g.*, Perea y Carreiras, 2006; Perea y Estévez, enviado; Perea y Lupker, 2004a). La facilitación de 23 milisegundos de la condición de transposición frente a la condición de reemplazo refuerza la idea de que la codificación se realiza de un modo altamente flexible y distribuido. Por otro lado, y más importante si cabe, se muestra una divergencia en el efecto de facilitación, cuando la manipulación se realiza controlando la frecuencia de las letras críticas. Así, si las letras que se transponen son de baja frecuencia, la facilitación por transposición se muestra mediante un efecto de gran magnitud (36 ms). En cambio, cuando en las letras críticas se controla que la frecuencia sea alta, el efecto solamente muestra una tendencia que no alcanza la significación (10 ms).

A la vista de estos resultados, cabe señalar que los modelos de codificación que se acomodan al efecto de transposición (SOLAR, SERIOL y Overlap) no son completamente certeros a la hora de predecir el efecto con control de frecuencia de letras. Más aún, como se expone en la Introducción, los valores de proporción de emparejamiento de los modelos SERIOL y SOLAR para las palabras y sus transpuestas, no están modulados en función de la frecuencia de sus letras, y por tanto, no predicen los resultados aquí presentados. Como se expone en el trabajo de Perea y Lupker (2004a), únicamente el modelo Overlap (Gómez *et al.*, envia-

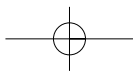
8 *Cognitiva*, 2006, 18 (2), pp. 0-0

do) puede asumir cierta variación en el efecto, dependiente de la frecuencia de las letras. En este modelo, los gradientes de activación de los grafemas correspondientes a las consonantes se pueden extender más, dada la menor frecuencia de éstas frente a las vocales. Esta idea se empleó para argumentar el efecto de facilitación de las consonantes frente a las vocales en los trabajos de Perea y Lupker (2004a, 2004b). En nuestro caso, y recogiendo esa misma idea, se aporta nueva evidencia que favorece esa visión, extendiendo los resultados dentro del propio grupo consonántico. Aparentemente, la curva de activación por propagación que propone el modelo *Overlap*, parece dar cuenta de las diferencias encontradas, siempre que esas curvas de activación sean moduladas inicialmente por la frecuencia de cada letra.

Una observación de Whitney a los resultados de Perea y Lupker (2004a) fue que las vocales se reconocían en un nivel subléxico fonológico, apoyando ideas de adquisición temprana de las mismas (*v.g.*, Ferreiro y Teberosky, 1982). Tomando este argumento como base, Whitney afirmó que era predecible el efecto nulo de transposición de vocales encontrado por Perea y Lupker, ya que la representación de las vocales era más temprana que la de las consonantes. En contraposición a este argumento, los resultados aquí presentados indican que la diferenciación en frecuencias no solamente ocurre entre las dos grandes categorías de letras (consonantes y vocales), sino que la modulación del efecto es dependiente de variaciones intracategoriales. Por tanto, el hecho de que la representación de las vocales se dé en un estadio anterior al de las consonantes, no da cuenta de la diferencia de efecto encontrada para las consonantes de alta y baja frecuencia. De este modo, no cabe pensar que la facilitación por transposición de vocales se dé en un estadio fonológico previo al ortográfico de las consonantes. Parece más plausible, acorde a la idea de que el efecto de transposición es ortográfico por naturaleza (*v.g.*, Perea y Carreiras, 2006, en prensa a), pensar que la modulación no se da en términos de fonología y ortografía, sino en términos de frecuencias ortográficas.

En lo que respecta a los resultados discordantes de Johnson (en prensa), debemos señalar que su estudio fue realizado utilizando una presentación mediante priming parafoveal. El resto de resultados favorables al efecto de facilitación por transposición han empleado mayoritariamente presentaciones foveales de los estímulos (Andrews, 1996; Forster *et al.*, 1987; Perea y Lupker, 2003, 2004a; Schoonbaert y Grainger, 2004), exceptuando un estudio en lectura natural de Johnson, Perea y Rayner (2005), que también introdujo la presentación parafoveal. Existe cierta convergencia en que la técnica más apropiada para la detección de efectos automáticos y tempranos en el reconocimiento visual de palabras es el priming enmascarado con presentación foveal (véase Perea y Rosa, 1999, para una profundización en las ventajas de las diferentes técnicas). Por tanto, los resultados de Johnson puede que no sean totalmente comparables a los aquí obtenidos o a los de Perea y Lupker (2004a, 2004b); puede que lo que reflejen sea un efecto diferente, y consecuentemente, un efecto que, aunque automático, no es igual al encontrado en presentaciones foveales.

Con el compendio de datos que conforman los resultados aquí presentados y los de Perea y Lupker (2004a, 2004b), cabe la posibilidad de inferir cierta interrelación entre la frecuencia de las letras y el potencial de efecto de facilitación por transposición. Anteriormente, Perea y Lupker (2004a) apuntaron esta idea, que fue recogida posteriormente por Perea y Carreiras (en prensa b). En ambos trabajos se muestran resultados que apuntan a una modulación del efecto de transposición según las letras empleadas (vocales o consonantes). En el caso de Perea y Carreiras (en prensa b), en presentación simple de estímulos, encontraron un robusto efecto de transposición tanto para vocales como para consonantes, pero las transposiciones de consonantes conllevaron mayores porcentajes de error



que las de vocales (indicando, por tanto, mayor similitud con la palabra original). Los propios autores indican que la interacción podría deberse a una cuestión de frecuencia de letras, aunque parsimoniosamente argumentan los resultados en términos de diferencias estructurales entre vocales y consonantes.

A la vista de los resultados de esta investigación y de trabajos anteriores, tentativamente, se podría argumentar que cuanto mayor sea la frecuencia de aparición en una lengua de ciertas letras, menor será el efecto de facilitación encontrado por transposiciones de dichos grafemas. Así, cuando las transposiciones incluyan vocales, los efectos de facilitación serán menores que cuando incluyan consonantes de alta frecuencia, que a su vez serán menores que los efectos encontrados en transposiciones de consonantes de baja frecuencia. Siendo esto así, no solamente los modelos de codificación deberán hacerse eco de esta modulación por frecuencia, sino que los estudios sobre efectos de transposición deberán asimismo contemplar esta variable en el diseño de sus materiales, evitando posibles confusiones con el resto de variables. Más aún, las teorías que predicen diferencias procesales entre vocales y consonantes (v.g., Caramazza, Chialant, Capasso y Miceli, 2000; Nespor, Peña y Mehler, 2003), deberían también acomodarse a los datos aquí presentados, matizando las diferencias en función de un continuo de frecuencias de las letras.

En resumen, los resultados de este estudio muestran que las transposiciones de letras no adyacentes están moduladas por la frecuencia de las letras que se manipulan, y que el efecto de facilitación por transposición en paradigma de priming enmascarado es solamente notorio cuando las letras son de baja frecuencia en la lengua. Parece necesaria una remodelación de los modelos de codificación que integre este hecho, a fin de aproximarse con mayor precisión a los procesos de decodificación e integración que los lectores llevan a cabo.

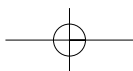
Notas

¹ Los valores indicados son proporciones obtenidas de la aplicación Match Calculator creada por Colin Davis. Esta aplicación realiza comparaciones entre pares de palabras en función de los principales modelos de codificación, aportando un valor resultante del emparejamiento de 0 a 1, donde 0 indica nada de parecido (v.g., *campa* – *listo*) y 1 solapamiento y emparejamiento perfecto (v.g., *listo* – *listo*).

² Nótese que los resultados de Johnson (en imprenta) son, junto con los de Johnson, Perea y Rayner (enviado), los únicos datos obtenidos sobre el efecto de facilitación por transposición con presentación parafoveal de los estímulos, ya que, como se indica en la discusión, el resto de evidencia sobre el efecto proviene de presentaciones foveales.

Referencias

- ANDREWS, S. (1996). Lexical retrieval and selection processes: Effects of transposed-letter confusability. *Journal of Memory and Language*, 35, 775-800.
- BERENT, I. & PERFETTI, C. A. (1995). A rose is a REEZ: The two cycles model of phonology assembly in reading English. *Psychological Review*, 102, 146-184.
- BERENT, I., BOUISSA, R. & TULLER, B. (2001). The effect of shared structure and content on reading nonwords: Evidence for a CV skeleton. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition*, 27, 1042-1057.
- CARAMAZZA, A. & MICELI, G. (1990). The structure of graphemic representations. *Cognition*, 37, 243-297.
- CARAMAZZA, A., CHIALANT, D., CAPASSO, D. & MICELI, G. (2000). Separable processing of consonants and vowels. *Nature*, 403, 428-430.
- CHAMBERS, S. M. (1979). Letter and order information in lexical access. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 225-241.
- COLTHEART, M., RASTLE, K., PERRY, C., ZIEGLER, J. & LANGDON, R. (2001). DRC: A Dual-Route Cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108, 204-256.
- DAVIS, C. J. (1999). *The Self-Organising Lexical Acquisition and Recognition (SOLAR) model of visual word recognition*. Tesis doctoral no publicada, University of New South Wales, Sydney, Australia.
- DAVIS, C. J. & PEREA, M. (2005). BuscaPalabras: A program for deriving orthographic and phonological neighborhood statistics and other psycholinguistic indices in Spanish. *Behavior Research Methods*, 37, 665-671.
- DUÑABEITIA, J. A., PEREA, M. & CARREIRAS, M. (enviado). Do transposed-letter similarity effects occur at a morpheme level? Evidence for ortho-morphological decomposition.
- FERRERO, E. & TEBEROSKY, A. (1982). *Literacy before schooling*. Portsmouth, NH: Heinemann.



10 *Cognitiva*, 2006, 18 (2), pp. 0-0

- FORSTER, K. I. & FORSTER, J. C. (2003). DMDX: A Windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35, 116-124.
- FORSTER, K. I., DAVIS, C., SCHOKNECHT, C. & CARTER, R. (1987). Masked priming with graphemically related forms: Repetition or partial activation? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39, 211-251.
- FORSTER, K. I. & DAVIS, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 680-698.
- GÓMEZ, P., RATCLIFF, R. & PEREA, M. (enviado). A model of letter position coding: The overlap model.
- GRAINGER, J. & JACOBS, A. M. (1996). Orthographic processing in visual word recognition: A multiple read-out model. *Psychological Review*, 103, 518-565.
- JOHNSON, R. L. (en prensa). *The flexibility of letter coding: Nonadjacent letter transposition effects in the parafovea*. En R. van Gompel, M. Fischer, W. Murray, & R. L. Hill (Eds.), *Eye Movements: A Window on Mind and Brain*. Elsevier.
- JOHNSON, R. L., PEREA, M. & RAYNER, K. (submitted). Transposed-letter effects in reading: Evidence from eye movements and parafoveal preview.
- LEE, H. W., RAYNER, K. & POLLATSEK, A. (2002). The processing of consonants and vowels in reading: Evidence from the fast priming paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 766-772.
- NESPOR, M., PEÑA, M. & MEHLER, J. (2003). On the different roles of vowels and consonants in speech processing and language acquisition. *Lingua e Linguaggio*, 2, 221-247.
- O'CONNOR, R. E. & FORSTER, K. I. (1981). Criterion bias and search sequence bias in word recognition. *Memory and Cognition*, 9, 78-92.
- PEREA, M. & CARREIRAS, M. (2006). Do transposed-letter similarity effects occur at a prelexical phonological level? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 1510-1523.
- PEREA, M. & CARREIRAS, M. (en prensa a). Do transposed-letter effects occur across lexemes? *Psychonomic Bulletin and Review*.
- PEREA, M. & CARREIRAS, M. (en prensa b). Do transposed-letter similarity effects occur at a syllable level? *Experimental Psychology*.
- PEREA, M. & ESTÉVEZ, A. (enviado). Transposed-letter similarity effects in naming pseudowords: Evidence from children and adults.
- PEREA, M. & LUPKER, S. J. (2003). Does judge activate COURT? Transposed-letter similarity effects in masked associative priming. *Memory and Cognition*, 31, 829-841.
- PEREA, M. & LUPKER, S. J. (2004a). Can CANISO activate CASINO? Transposed-letter similarity effects with nonadjacent letter positions. *Journal of Memory and Language*, 51, 231-246.
- PEREA, M. & LUPKER, S. J. (2004b). The effect of transposed letter stimuli in visual word recognition. Poster presentado en el 45 *encuentro anual de la Psychonomic Society*, Minneapolis, USA, noviembre.
- PEREA, M. & ROSA, E. (1999). Psicología de la lectura y procesamiento léxico visual: Una revisión de técnicas experimentales y procedimientos de análisis. *Psicológica*, 20, 65-90.
- PÉREZ, E., PALMA, A. & SANTIAGO, J. (2001). Una base de datos de errores del lenguaje en castellano [A database of speech errors in Spanish]. Poster presentado en el V *Simposio de Psicolingüística*, Granada, España.
- RUMELHART, D. E. & MCCLELLAND, J. L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, 89, 60-94.
- SCHOONBAERT, S. & GRAINGER, J. (2004). Letter position coding in printed word perception: Effects of repeated and transposed letters. *Language and Cognitive Processes*, 19, 333-367.
- SEBASTIÁN-GALLÉS, N., MARTÍ, M. A., CARREIRAS, M. & CUETOS, F. (2000). *LEXESP: Léxico informatizado del español*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- TAINTURIER, M. J. & CARAMAZZA, A. (1996). The status of double letters in graphemic representations. *Journal of Memory and Language*, 35, 53-73.
- WHITNEY, C. (2001). How the brain encodes the order of letters in a printed word: The SERIOL model and selective literature review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 221-243.