

## **Actividad electrofisiológica durante el procesamiento de sílabas y prefijos**

Alberto Domínguez\* <sup>(1)</sup>, Maira Alija<sup>(2)</sup> y Fernando Cuetos<sup>(2)</sup>

(1) *Universidad de La Laguna, España*

(2) *Universidad de Oviedo, España*

Muchos prefijos coinciden con la primera sílaba de la palabra en español. En esta investigación se llevó a cabo un experimento con la técnica de ERPs (Potenciales evento-relacionados) para comparar un priming de prefijo (ej. *infeliz-INCAPAZ*) con un priming silábico (ej. *caliza-CACHETE*). Los resultados mostraron una activación temprana (100-200ms) para las palabras prefijadas, mientras que el priming silábico no llegó a alcanzar diferencias significativas en esta ventana. Entre los 400 y los 600 ms la activación morfológica produjo valores más positivos que la línea base como resultado de una más fácil integración entre prime y target. Por el contrario, en esta ventana, se observó un pico más negativo que la línea base en la condición silábica. En definitiva, los resultados de este experimento parecen mostrar un curso de procesamiento distinto dependiendo de la relación morfológica o fonológica-silábica existente entre el prime y target.

Para el lector adulto es evidente que entre las palabras *relanzar*, *readmitir*, *recoger*, *regalar* y *regular* existen similitudes que van más allá del mero parecido ortográfico. Todas ellas comparten la primera sílaba. Sin embargo las tres primeras muestran un cierto parecido semántico debido a que esa primera sílaba tiene un valor morfológico, es decir es un prefijo con un significado común: *re-* significa “*volver a*” o “*llevar a cabo otra vez*”. Una buena estrategia lectora sería aprovechar este tipo de regularidades para acceder al significado economizando el número de representaciones almacenadas. Una ventaja adicional es que nos permitiría llegar al significado de palabras que no hemos visto nunca pero de las que conocemos sus morfemas componentes. Se trataría de un mecanismo que

---

\* Este trabajo fue realizado gracias al proyecto de investigación MCT-SEJ2007-66860/PSIC concedido al primer autor y al proyecto MEC-06-SEJ2006-06712 concedido al tercer autor. Correspondencia: Alberto Domínguez. Facultad de Psicología. Universidad de La Laguna. 38205 Santa Cruz de Tenerife, España. E-mail: adomin@ull.es

aprovechan los buenos lectores para afrontar la comprensión de palabras poco frecuentes, compuestas, sin embargo, por varios morfemas que son mucho más frecuentes que la palabra completa. Es muy probable que el lector no haya visto nunca la palabra “*prefilatelia*” que figura en el diccionario de la Real Academia de la Lengua, sin embargo, es fácil que pueda adivinar que se refiere al “*estudio de marcas o señales...utilizadas para franquear correspondencia antes de la invención de los sellos*”. Esto es así porque conoce el significado de “pre” y el de “filatelia” y ha compuesto un significado a partir de estos dos. Esta es la ventaja de utilizar reglas de segmentación morfológica durante la comprensión léxica.

También los niños aprovechan este mecanismo morfológico para comprender palabras que nunca han visto u oído, pero de las que conocen sus morfemas componentes porque se han encontrado antes con ellos formando parte de otras palabras. Se trata de un mecanismo composicional básico de relación entre la estructura formal de la palabra y el acceso a su significado, que puede ser más lento que una lectura global o directa de la palabra, pero que asegura una comprensión más eficaz y ahorra espacio en la memoria léxica.

Experimentalmente se ha comprobado que una palabra prefijada como *INCAPAZ* se lee más deprisa tanto cuando sigue a otra palabra prefijada como *infeliz*, como cuando sigue a una palabra pseudoprefijada como *industria*, siempre que la presentación de la primera palabra sea muy corta y enmascarada. Este resultado apoya un procesamiento morfológico y preléxico de la sílaba *in-*, ya tenga ésta la función de prefijo o no, en los primeros milisegundos de procesamiento. Si el tiempo de presentación de la palabra prime prefijada (*infeliz*) es suficientemente largo, seguirá facilitando al target (*INCAPAZ*) pero, sin embargo, la presentación larga del prime pseudoprefijado (*industria*) producirá un retraso en el reconocimiento de ese target (*INCAPAZ*) debido a que finalmente no existe relación morfológica, y por tanto semántica, entre ambos. Ésta es la consecuencia del callejón sin salida semántico al que se ve abocado el reconocimiento de la primera sílaba del prime como un prefijo, cuando en realidad no lo es (Domínguez, Alija, Rodríguez-Ferreiro y Cuetos, en prensa)<sup>1</sup>.

Este resultado indica que en un primer momento el lector tiende a interpretar siempre como prefijos aquellas sílabas, como *in-*, que en posición inicial de palabra pueden actuar como prefijos, independientemente de si en la palabra que se está leyendo tienen o no ese

---

<sup>1</sup> Sin embargo este procesamiento obligatorio no tiene por qué ocurrir en los diferentes tipos de afijos. Véase, por ejemplo, el caso del sufijo de género en español en Domínguez, Cuetos y Seguí, 1999.

papel. O lo que es lo mismo, parece demostrarse que la segmentación morfológica en estos casos es una operación preléxica y obligatoria (ver Longtin, Segui y Hallé, 2003 para una aproximación similar). Esto es debido a que *in-* tiene mucha mayor frecuencia como prefijo en las palabras españolas que como sílaba sin valor morfológico.

En cuanto a las características del procesamiento de las sílabas como unidades fonológicas, en español se ha demostrado que son unidades que se utilizan en el reconocimiento de palabras escritas, tanto cuando se ha medido su influencia a través de la variable frecuencia silábica (Alvarez, Carreiras y Taft, 2001; Carreiras, Alvarez y De Vega, 1993; Domínguez, Cuetos y De Vega, 1993; Perea y Carreiras, 1998) como cuando se han utilizado técnicas de priming (Domínguez, De Vega y Cuetos, 1997; Carreiras y Perea, 2002). Sin embargo, a diferencia del priming de prefijos, en lugar de facilitación, lo que se observa habitualmente es inhibición en la tarea de decisión léxica sobre un target que comparte la sílaba inicial con el prime. También utilizando la técnica de ERPs (Potenciales Evento-Relacionados) se ha visto que la frecuencia silábica produce diferencias en dos componentes: una positividad temprana alrededor de los 150-200 ms. y una negatividad frontal a la altura de N400 para las palabras compuestas por sílabas de alta frecuencia (Barber, Vergara, & Carreiras, 2004). Estos resultados han sido confirmados en Alemán (Hutzler et al., 2004).

La hipótesis de inhibición léxica sitúa estos efectos en un modelo interactivo en el que la sílaba ocupa un nivel intermedio, en la producción de un disparo de candidatos léxicos compatibles con su posición (la presentación de *casa* activará *cama*, *cara*, *capa* *cala*, etc.), que después han de ser inhibidos por el único candidato que es compatible con el estímulo. De esta manera si la sílaba es frecuente activará más representaciones léxicas y la palabra necesitará más tiempo para ser reconocida.

En un trabajo previo (Domínguez, Alija, Cuetos y De Vega, 2006) se midieron los potenciales electro-fisiológicos generados ante palabras target que en unos casos compartían el prefijo con el prime (*infeliz-INCAPAZ*) y en otros sólo la sílaba inicial, puesto que el prime era pseudoprefijado (*industria-INCAPAZ*). Mientras los pares prefijados produjeron un efecto temprano (de atenuación de la negatividad) que sugería que la información morfológica sobre la palabra estaba disponible en un estadio preléxico, los pares de palabras relacionados silábicamente produjeron una negatividad mayor que los pares no relacionados a la altura de N400. Esta negatividad tardía se interpretó como el resultado del proceso de inhibición de candidatos léxicos previamente activados por la primera sílaba del prime. Sin embargo esta interpretación podría no ser la adecuada si tenemos en cuenta que los pares pseudoprefijados (*industria*) utilizan sílabas que en

otras palabras funcionan como prefijos (*infeliz*), y que, como hemos dicho antes, en experimentos de tiempos de reacción (Domínguez et al., en prensa) han producido resultados inhibitorios por procesarse como prefijos cuando no lo son.

Por todo lo anterior el objetivo de la presente investigación es comparar el desarrollo de la señal bioeléctrica generada por una palabra target que mantiene con el primer dos posibles tipos de relaciones: un priming de prefijos como en *infeliz-INCAPAZ* o un priming silábico (*caliza-CACHETE*) con palabras que comienzan por una sílaba que no es un prefijo y que además nunca podría serlo en ninguna otra palabra. Este contraste nos permitirá saber si las sílabas que no son prefijos son capaces de producir facilitación temprana e inhibición tardía, tal como predice la hipótesis de inhibición léxica. Por el contrario, esperamos que los pares prefijados produzcan facilitación temprana y también tardía debido al solapamiento formal y semántico, es decir, morfológico, entre las dos palabras. En términos de ERPs esto se traduciría en un pico positivo similar para la condición morfológica y la silábica en el componente P200, pero los resultados deberían ser distintos para ambas categorías en el componente N400. Esperamos que el priming silábico produzca un pico más negativo que la línea base no relacionada mientras que el priming de prefijos dé lugar a valores más positivos.

## MÉTODO

**Participantes.** Doce estudiantes de Psicología de la Universidad de La Laguna hablantes españoles, con visión normal o normal corregida, sin alteración neurológica o psiquiátrica participaron en el experimento. Todos fueron clasificados con destreza manual derecha según el inventario de lateralidad de Edimburgo (Oldfield, 1971) y puntuando con una media de 0.85. Uno de ellos fue eliminado de los análisis porque su registro presentaba alteraciones eléctricas frecuentes. Participaron en el experimento de manera voluntaria y recibieron por su colaboración créditos académicos. La edad de todos ellos estaba entre los 18 y los 24 años.

**Estímulos.** Se utilizaron 70 pares de palabras en la condición prefijada y 70 en la condición silábica. Como se trataba de distintos targets en ambas condiciones se mantuvo igualada la frecuencia léxica (según el diccionario de frecuencias de Alameda y Cuetos, 1995) y la frecuencia silábica de la primera sílaba (ver tabla 1). Aunque había diferencias en longitud y número de vecinos, estas variables se mantuvieron igualadas

entre los primes relacionados y no relacionados puesto que lo que interesaba en este experimento eran los efectos de priming dentro de cada categoría.

**Tabla 1. Valores medios de la longitud en número de letras, frecuencia léxica, número de vecinos y frecuencia de la primera sílaba de los estímulos en cada condición.**

	Letras	Frecuencia Léxica	Vecinos	Frecuencia Silábica
<b>Target Prefijado</b>	8,11	7,14	0,53	260,19
<b>Prime Prefijado</b>	7,97	1,42	0,64	260,19
<b>Prime no relacionado</b>	6,89	1,94	2,58	260,19

	Letras	Frecuencia Léxica	Vecinos	Frecuencia Silábica
<b>Target Silábico</b>	6,75	7,43	2,72	230,72
<b>Prime Silábico</b>	6,69	1,31	3,00	230,72
<b>Prime no relacionado</b>	6,56	3,07	2,50	230,72

Durante el experimento cada participante veía 280 pares de estímulos, 140 pares de palabra – nopalabra y 140 de palabra – palabra. De estos últimos, 70 tenían un target prefijado (35 compartiendo prefijo con el prime y 35 de control, sin ninguna relación) y 70 un target silábico (35 compartiendo la primera sílaba con el prime y 35 de control, sin ninguna relación). La mitad de los participantes recibía un target relacionado y la otra mitad ese mismo target en la condición sin relación. De los pares de palabra-nopalabra, la mitad empezaban por la misma sílaba (que podía ser un prefijo o no) para impedir estrategias adivinatorias basadas en el solapamiento entre prime y target a la hora de realizar la decisión léxica. Sin embargo en estos pares no se controlaron factores como la frecuencia

silábica o la vecindad puesto que no serían analizadas como estímulos experimentales.

**Procedimiento.** El participante debía realizar una decisión léxica sobre el target, es decir, si el segundo estímulo que aparecía en cada secuencia era una palabra el participante debía pulsar con el dedo índice de la mano derecha una tecla etiquetada con un “SI”, mientras que si la cadena de letras presentada no formaba una palabra conocida debía pulsar con el mismo dedo de la mano izquierda una tecla etiquetada con un “NO”. Se medían los tiempos de reacción desde que aparecía el estímulo hasta que el participante respondía.

La secuencia de los estímulos fue la siguiente: en primer lugar se presentaba durante 200 milisegundos, en el centro de la pantalla, un asterisco que se utilizaba como punto de fijación. Una vez que desaparecía ese asterisco, y pasados 500 milisegundos aparecía el prime, que permanecía durante 200 milisegundos. Con un intervalo interestimular de 100 milisegundos se presentaba el target que se mantenía en la pantalla hasta que el lector respondía, o hasta un máximo de 3 segundos.

Para registrar el EEG se utilizaron 21 electrodos de Ag/AgCl, 17 de ellos incorporados en un gorro elástico que se ajustaba a la cabeza. Los otros 4 eran de tipo cucharilla (10 mm de diámetro) y se colocaban, uno junto al canto del ojo derecho en la parte derecha y otro debajo del ojo izquierdo, para registrar los movimientos oculares. Los dos restantes se colocaban en los mastoides (uno detrás de la oreja derecha y el otro detrás de la izquierda), sirviendo como referencia para los demás. Las localizaciones de los electrodos en el cuero cabelludo fueron: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, FZ, C3, C4, CZ, T3, T4, T5, T6, Pz, O1 y O2 (ver figura 2). Estas localizaciones siguieron el sistema estándar 10/20 de localización de los electrodos (Jasper, 1958). La impedancia interelectrodos fue mantenida por debajo de los 5 K $\Omega$ . Las bioseñales fueron procesadas por el amplificador de Neuronic en una banda entre 0.05-30 Hz y digitalizados con una tasa de muestreo de 200 Hz. El programa ERTS (Beringer, 1999), con el que se configuró la secuencia de estímulos y las características del paradigma experimental, registró también los tiempos de reacción.

Se excluyeron los errores de respuesta de los participantes (cuando contestaban que no era una palabra y en realidad sí que lo era) (201 – 13,05%) tanto en los análisis de los tiempos de reacción como de los ERPs. Se eliminaron también de los promedios, las ventanas con movimientos oculares y con una amplitud sobre los EOGs (electroculogramas) superiores a 80 $\mu$ V y otros artefactos que hacían que la medida no fuese muy fiable

(2,53 %). El resto de los registros fueron utilizados para realizar los análisis de varianza comparando la condición relacionada y la no relacionada para ver los posibles efectos de facilitación o inhibición en los tiempos de reacción y sobre los componentes de la onda.

## RESULTADOS

### Análisis de los tiempos de reacción

Se realizaron dos ANOVAS de medidas repetidas, uno para el priming de prefijos, y otro para el priming silábico. Los tiempos medios de cada condición se pueden ver en la tabla 2. El priming silábico produjo un retraso significativo de 41 ms con respecto a la condición no relacionada ( $t_1(1, 10) = 2,395, p = .038$ ;  $t_2(1, 34) = 2,374, p = .023$ ). La condición prefijada produjo un efecto contrario aunque la facilitación morfológica del prefijo compartido no alcanza el nivel de significación. Tampoco se observaron efectos significativos entre los errores producidos en cada condición.

**Tabla 2. Tiempos medios de reacción en el experimento de decisión léxica para cada condición (porcentaje de errores entre paréntesis) y tamaño del efecto sustrayendo los tiempos de las condiciones prefijada y silábica de sus respectivas condiciones no relacionadas.**

PREFIJADA	NO RELACIONADA	Efecto	SILÁBICA	NO RELACIONADA	Efecto
immoral –INQUIETO	papaya –INQUIETO		caliza – CACHETE	botijo – CACHETE	
950 (2,79)	961 (3,52)	11	951 (3,77)	910 (2,92)	-41

### Análisis de ERPs

La inspección visual de las ondas muestra diferencias entre las condiciones de priming y las no relacionadas en dos puntos: uno alrededor de los 150 ms. (al menos en el priming de palabras prefijadas) y otro alrededor de los 500. Con el software de edición de ERPs de Neuronic se

efectuaron análisis punto por punto sobre los promedios obtenidos cada 5 ms. para cada una de las condiciones experimentales en una ventana que iba desde los 100 ms previos a la aparición del target (línea base) hasta los 900 posteriores. Estos análisis ofrecen medidas de probable significatividad entre condiciones calculando t-test para cada uno de los 200 puntos del registro y permiten ajustar la elección de las ventanas que serán sometidas al ANOVA. Basándonos en estas pruebas y viendo que coincidían con los componentes P200 y N400 que son sensibles al procesamiento morfológico y silábico (ver revisión de la literatura en la introducción) seleccionamos dos ventanas para llevar a cabo los análisis: una ventana temprana entre los 100 y los 200 ms. y una segunda ventana más tardía entre los 430 a los 580 ms. (ver figuras 1 y 2).

### **100-200 ms**

Como en el análisis de los tiempos de reacción se realizaron análisis separados para cada tipo de priming puesto que se trataba de targets diferentes en cada uno de ellos. En cada uno de los dos MANOVAs se introdujeron 3 variables: priming (relacionado/norelacionado), lado (izquierda, derecha y centro) y electrodo. Estos análisis se repitieron sustituyendo la variable lado por la variable eje anteroposterior, con 3 niveles: anterior, medio y posterior.

Comparando la condición prefijada con su correspondiente control, observamos que resultó significativa la variable priming ( $F(1,10) = 9.770$ ,  $p = .011$ ). Los pares de palabra que compartían prefijo (condición prefijada) producen una menor negatividad en esta ventana ( $-3,056\mu V$ ) que los que no estaban relacionados (condición de control) ( $-3,926\mu V$ ). También resultó significativa la variable "lado" ( $F(2,20) = 5,065$ ,  $p = .023$ ). No resultó significativa la interacción entre las variables priming y lado, probablemente porque el efecto se distribuiría igual en ambos hemisferios. Pero, sin embargo, resultó significativa la triple interacción entre las variables priming x lado x electrodo ( $F(4,40) = 4,532$ ,  $p = .013$ ): el efecto de priming de prefijo es mayor en los electrodos centrales (Fz, Cz y Pz). En la figura 1 se muestran las ondas promediadas para la condición prefijada y para la condición no relacionada. Un análisis separado sobre los electrodos Fz, Cz, Pz mostró de nuevo un efecto de priming de prefijo ( $F(1,10) = 5,314$ ,  $p = .044$ ). Los pares no relacionados tuvieron una amplitud media más negativa ( $-5,413 \mu V$ ) que los pares con igual prefijo ( $-4,02 \mu V$ ). Esto indica una activación temprana de las unidades morfológicas (los prefijos).

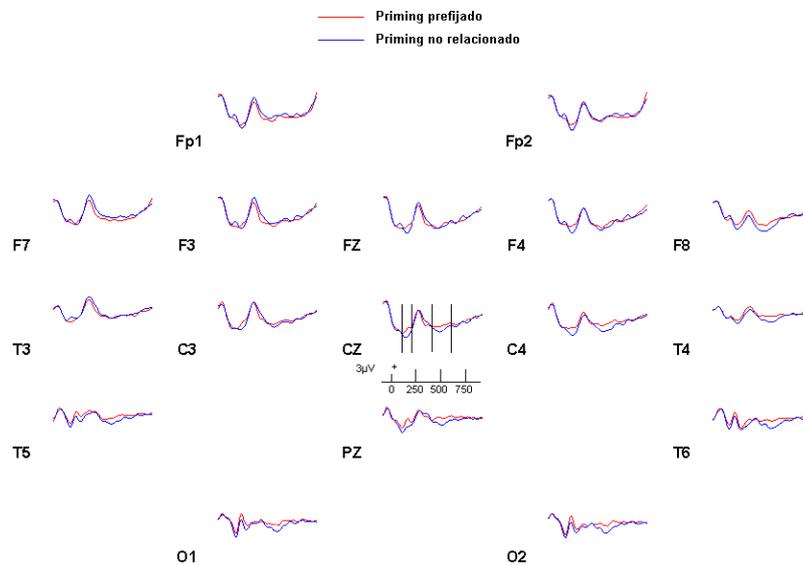


Figura 1. Diferencias entre el priming de prefijos y el priming no relacionado en todos los electrodos registrados. Las dos ventanas analizadas se muestran sobre CZ. El efecto de priming en ambas ventanas consiste en una onda más positiva en la condición de priming de prefijos.

Cuando se comparan los pares de palabras que comparten la primera sílaba, que no es un prefijo ni puede en ningún caso serlo, con la condición sin relación, se observa un efecto significativo de la interacción entre la variable priming y la variable lado  $F(2,20)=6.26$ ,  $p<.05$ . Las diferencias producidas por el priming silábico fueron mayores en los electrodos del lado derecho ( $-3.219 \mu\text{V}$  en la condición no relacionada y  $-4.006 \mu\text{V}$  en la relacionada). Sin embargo, cuando se llevaron a cabo análisis separados en los electrodos F8, T4 y T6 el efecto no alcanzó significación  $F(1,10)=3.06$ ,  $p=.111$ .

#### 430-580 ms.

Como en la anterior ventana se realizaron análisis separados para cada tipo de priming. En cada uno de los dos MANOVAs se introdujeron 3 variables: priming (relacionado/norelacionado), lado (izquierda, derecha y centro) y electrodo. Estos análisis se repitieron sustituyendo la variable lado por la variable eje anteroposterior, con 3 niveles: anterior, medio y posterior.

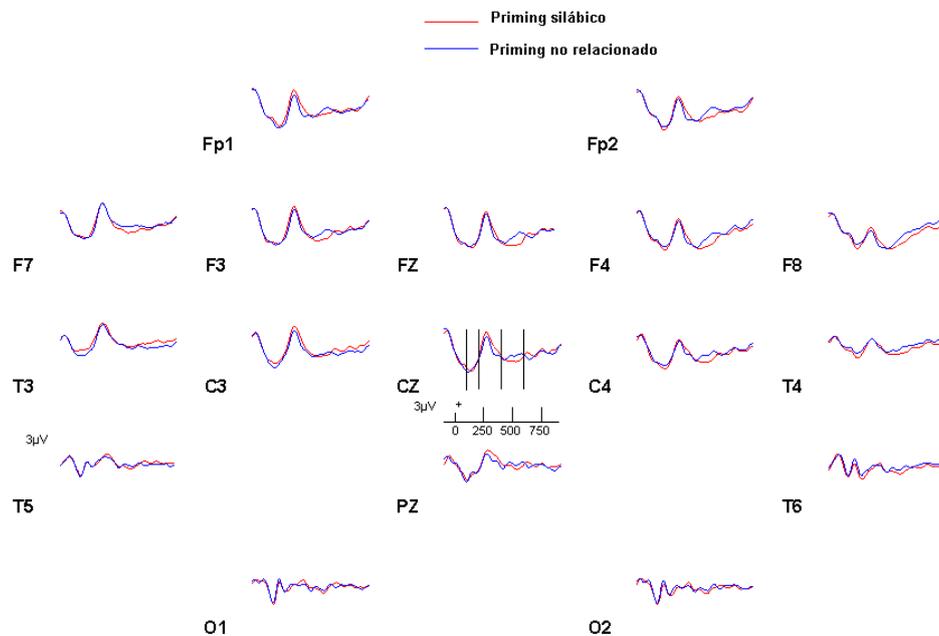


Figura 2. Diferencias entre el priming silábico y el priming no relacionado en todos los electrodos registrados. Las dos ventanas analizadas se muestran sobre el electrodo CZ. El efecto de priming solo aparece en la ventana de N400 y consiste en una onda más negativa de la condición silábica respecto de la condición no relacionada.

Se observó un efecto significativo del priming prefijado ( $F(1,10) = 9,502, p < .05$ ) indicando una menor negatividad en la condición prefijada ( $-2,82 \mu\text{V}$ ) que en la no relacionada ( $-3,60 \mu\text{V}$ ). También resultó significativa la interacción entre el priming y la variable lado ( $F(2,20) = 5,895, p < .05$ ) y la interacción priming  $\times$  lado  $\times$  electrodo ( $F(4,40) = 8,122, p = .001$ ). Estas interacciones indican que el efecto de priming de prefijos se hace mayor en el área central-derecha. Un análisis separado para los electrodos del área anterior-central derecha F8, T4, T6, Fz, Cz y Pz volvió a mostrar diferencias significativas del priming morfológico ( $F(1,10) = 5,199, p < .05$ ). La amplitud de la onda correspondiente a los pares prefijados era menor o menos negativa ( $-3.034 \mu\text{V}$ ) que la producida por los pares no relacionados ( $-4.141 \mu\text{V}$ ).

Un nuevo análisis introducía la variable eje anteroposterior con tres niveles: delantero (F3, F4, F7, F8, Fz), medio (C3, C4, T3, T4, Cz) y posterior (O1, O2, T5, T6, Pz). Obtuvimos un efecto de priming prefijado

marginalmente significativo ( $F(1,10) = 3,828$ ,  $p = .079$ ). La amplitud del priming de prefijos es menor ( $-3,018 \mu\text{V}$ ) que su control no relacionado ( $-3.837 \mu\text{V}$ ). También obtuvimos una interacción entre las variables “priming” y “eje anteroposterior” que también fue marginalmente significativa ( $F(2,20) = 3,507$ ,  $p = .082$ ).

Los pares de priming silábico ( $-3,295 \mu\text{V}$ ) se diferencian significativamente de los que no están relacionados ( $-2,335 \mu\text{V}$ ) ( $F(1,10) = 6,2$ ,  $p = .032$ ), pero en este caso la tendencia es opuesta al priming de prefijos. Aquí los pares relacionados son más negativos que los no relacionados. También se observa un efecto significativo de la variable “lado” ( $F(2,20) = 3,928$ ,  $p = .04$ ), de la variable “electrodo” ( $F(2,20) = 12,438$ ,  $p = .003$ ) y de la interacción “lado x electrodo” ( $F(4,40) = 8,330$ ,  $p < .001$ ), pero el priming no interactuó con el lado.

En el análisis que introducía como variable el eje anteroposterior resultó significativo el efecto de la variable priming  $F(1,10)=5.89$ ,  $p<.05$ , sin embargo no interactuó con la otra variable, lo cual indica que el efecto se encuentra distribuido de manera uniforme.

En resumen, en esta ventana se observa un efecto de mayor negatividad que la línea base para la condición silábica que parece estar distribuido de manera uniforme por todos los electrodos y una atenuación de la negatividad de la condición prefijada localizada en el área central-derecha.

## DISCUSIÓN

En resumen, los datos muestran un efecto de facilitación morfológica temprana, en un nivel preléxico, de polaridad positiva y localizado en el área anterior-central. Sin embargo el efecto fonológico-silábico se observa más tarde, probablemente a nivel léxico, más negativo y más distribuido. Ambos resultados ponen de manifiesto que los efectos fonológicos del procesamiento silábico y los efectos morfológicos del procesamiento del prefijo utilizan mecanismos y cursos de procesamiento diferentes.

En base a la literatura existente, habíamos predicho que obtendríamos una preactivación fonológico-silábica temprana que no se ha producido. Los datos de Barber et al. (2004) señalan que de encontrar un efecto silábico de la N400, como el que nosotros hemos obtenido, debería ir precedido por una activación silábica temprana. Sin embargo se observa únicamente una tendencia a una mayor negatividad que se consolida más tarde en la ventana de N400. En la misma dirección de los datos de Barber et al. (2004) van los obtenidos por Hutzler et al. (2004) en alemán, cuando manipulan también la

frecuencia silábica, y por Ashby y Martin (2008) en inglés. A estos estudios hay que sumar los datos presentados por Carreiras, Vergara y Barber (2005) y por Doignon-Camus, Bonnefond, Touzalin-Chretien y Dufour (2009) quienes registran los ERPs evocados por una técnica de conjunciones ilusorias donde el color de las letras puede coincidir o no con el límite de la sílaba. En todos los casos se encuentran diferencias entre los 150 y los 300 ms., producidas por el procesamiento silábico, que los autores achacan a un mecanismo preléxico.

A pesar de las evidencias previas de activación temprana señaladas, nosotros no hemos encontrado este efecto en el presente trabajo. Sin duda una explicación para este hecho está en la longitud de los estímulos. Nuestros estímulos constan de tres y cuatro sílabas mientras que los utilizados en los otros estudios son mucho más cortos, predominantemente de 2 sílabas. Esto supone un solapamiento entre prime y target de menos de un tercio, frente al solapamiento de casi la mitad del estímulo que se da en el resto de los estudios. Además, la cantidad de palabras activadas por la sílaba inicial disminuye dramáticamente cuando aumenta su longitud. Una sílaba inicial activa muchas palabras de dos sílabas pero muy pocas de tres o cuatro sílabas. Todo esto hace que la probabilidad de que emerja el efecto silábico temprano es mucho menor.

Esta ausencia de efecto contrasta con la potencia del efecto obtenido en la condición preñada. Aquí tenemos la misma longitud de estímulos y la misma cantidad de solapamiento que en la condición de priming silábico. Sin embargo obtenemos diferencias significativas en el componente P200. En las mismas condiciones experimentales una sílaba inicial no produce ningún efecto significativo temprano cuando tiene un valor únicamente ortográfico-fonológico pero sí cuando tiene un valor morfológico. Varios trabajos han mostrado efectos preléxicos de carácter morfológico utilizando prefijos (Diependale, Sandra y Grainger, 2009; Domínguez et al. 2006; Domínguez et al. en prensa). En ellos se muestra que cuando una palabra empieza por una sílaba que puede ser un prefijo se procesará inicialmente como tal, independientemente de que después no opere como morfema en la palabra procesada. Así, el procesamiento de “RE” en “re-formar” será similar al de “RE” en “regalo” donde la sílaba inicial es un pseudoprefijo. En ambos casos se le dará inicialmente un valor morfológico por defecto. Estas investigaciones concuerdan con el efecto temprano de P200 en este trabajo que, a su vez, apoya un proceso de descomposición subléxica morfo-ortográfica que opera sobre cualquier cadena de letras que pudiera ser un prefijo. Diependale et al. (2009) proponen un modelo en el que existe una etapa temprana de descomposición morfológica preléxica para este tipo

de estímulos y un acceso directo al léxico para otros estímulos que no exigen descomposición.

En cuanto a los efectos inversos obtenidos en el componente N400 por sílabas y prefijos encajan bien con los mecanismos inhibitorios de nivel léxico defendidos por Domínguez et al. (1997), Carreiras et al. (2005) o Mathey, Zagar, Doignon, y Seigneuric (2006). Mientras que en este nivel léxico se han de desactivar todos los candidatos léxicos-silábicos previamente preactivados que no corresponden con la palabra a reconocer, cuando se trata de prefijos se recoge la facilitación semántica consecuencia de compartir un significado común en prime y target.

Finalmente habría que comentar la distribución topográfica de los efectos. En general distintos trabajos (Barber et al. 2004; Hutzler et al. 2004; Carreiras et al. 2005) han encontrado una distribución anterior de los efectos silábicos en las ventanas tempranas. Sin embargo en nuestros análisis no se dio efecto alguno de la sílaba en los electrodos anteriores para esta ventana y solamente aparece una tendencia hacia la derecha que no llega a ser significativa. Tampoco aparecen efectos silábicos de localización en la ventana tardía. Por su parte, el efecto morfológico del prefijo aparece localizado en los electrodos centrales en la ventana temprana y anterior-central derecho para la ventana tardía. Si bien no conocemos efectos topográficos en trabajos de ERPs sobre prefijos, sí existen muchos estudios en los que se observan efectos anteriores y en muchos casos sobre un componente bien conocido denominado Left Anterior Negativity que se ha relacionado con operaciones de segmentación de morfemas y concordancias de género y número. En nuestro caso el efecto morfológico está lateralizado a la derecha si bien tiende a ser anterior. Por todo ello, resulta difícil extraer conclusiones teóricas sobre la topografía de los efectos, más aún cuando no hemos utilizado técnicas de localización de fuentes.

En conclusión, los efectos producidos por sílabas y prefijos parecen diferentes, por lo que resulta complicado conjugar todos los efectos obtenidos con unas y otras unidades en un solo modelo, y se requieren nuevas evidencias para situarlas en los distintos niveles: preléxico, léxico y postléxico.

## ABSTRACT

**Electrophysiological activity during the processing of syllables and prefixes.** Many prefixes in Spanish agree with the first syllable boundary of the words. This research carried out a ERPs (Event Related Potentials) experiment comparing a prefix priming (e.g. *infeliz-INCAPAZ –unhappy-unable*) with a syllabic priming (e.g. *caliza-CACHETE –limestone-slap*). The results showed an early activation (100-200ms) for prefixed words category. However, the syllabic priming did not reach significant differences at this component. Between 400 and 600ms morphologically related pairs evoked more positive values than the base-line as a consequence of an easier integration between prime and target. On the contrary, syllabically related pairs showed a larger negativity at this window. These contrasting results show a different course of processing depending on the relationship: morphological or phonological, existing between prime and target.

## REFERENCIAS

- Alameda, J. R. y Cuetos, F. (1995). *Diccionario de frecuencia de las unidades lingüísticas del castellano*. Oviedo: Servicio de publicaciones de la Universidad de Oviedo.
- Álvarez, C.J., Carreiras, M. y Taft, M. (2001). Syllables and morphemes: contrasting frequency effects in Spanish. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 27 (2), 545 – 555.
- Barber, H., Vergara, M. y Carreiras, M. (2004). Syllable-frequency effects in visual word recognition: evidence from ERPs. *Neuroreport*, 15, 545 – 548.
- Beringer, J. (1999). *Experimental run time system (ERTS), version 3.3*. Frankfurt: BeriSoft Cooperation.
- Carreiras, M., Álvarez, 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 the lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 1228-1242.
- Carreiras, M., Vergara, M., y Barber, H. (2005). Early event-related potential effects of syllabic processing during visual word recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1803–1817.
- Diependale, K., Sandra, D. y Grainger, J. (2009) Semantic Transparency and Masked Morphological Priming: The Case of Prefixed Words. *Memory and Cognition*, 37, 895-908.
- Domínguez, A., Cuetos, F. y De Vega, M. (1993). Efectos diferenciales de la frecuencia silábica: dependencia del tipo de prueba & características de los estímulos. *Estudios de Psicología*, 50, 5 – 31.
- Domínguez, A., De Vega, M. y Cuetos, F. (1997). Lexical Inhibition from Syllabic Units in Spanish Visual Word Recognition. *Language and Cognitive Processes*, 12, 401 – 422.
- Domínguez, A., Alija, M., Rodríguez-Ferreiro y Cuetos, F. (en prensa). The contribution of prefixes to morphological processing of Spanish words. *The European Journal of Cognitive Psychology*.

- Domínguez, A., Alija, M., Cuetos, F. y De Vega, M. (2006). Event related potentials reveal differences between morphological (prefixes) and phonological (syllables) processing of words. *Neuroscience Letters*, 408, 210-215.
- Domínguez, A., Cuetos, F. y Seguí, J. (1999). The processing of grammatical gender and number in Spanish. *Journal of Psycholinguistic Research*, 28, (5), 485-497.
- Doignon-Camus, N., Bonnefond, A., Touzalin-Chretien, P. y Dufour, A. (2009). Early perception of written syllables in French: An event-related potential study. *Brain & Language* 111, 55–60.
- Hutzler, F., Bergmann, J., Conrad, M., Kronbichler, M., Stenneken P. y Jacobs, A. M. (2004). Inhibitory effects of first syllable-frequency in lexical decision: an event-related potential study. *Neuroscience Letters*, 372, 179 – 184.
- Jasper, H.A. (1958). The ten–twenty system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371–375.
- Longtin, C.M., Seguí, J. y Hallé, P (2003) Morphological priming without morphological relationship. *Language and Cognitive Processes*, 18, 313-334.
- Mathey, S., Zagar, D., Doignon, N., y Seigneuric, A. (2006). The nature of the syllabic neighbourhood effect in French. *Acta Psychologica*, 123, 372–393.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97–113.
- Perea, M. y Carreiras, M. (1998). Effects of syllable frequency and syllable neighborhood frequency in visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology. Human, Perception and Performance*, 24, 134 – 144 (1998).

(Manuscrito recibido: 2 Agosto 2009; aceptado: 11 Diciembre 2009)