

TESIS DOCTORAL

Universidad de La Laguna.
Facultad de Ciencias de la Salud.
Departamento de psicología cognitiva, social y organizacional

**Percepción parafoveal en la lectura: medidas electrofisiológicas
y de movimientos oculares**

Pedro Javier López Pérez

Director

Horacio A. Barber Friend

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Agradecimientos

Esta tesis es el resultado de la ayuda desinteresada de muchas personas que a lo largo de mi estancia en La Laguna han contribuido de un modo u otro a que pueda ser depositada hoy. En primer lugar, agradezco a mi director de tesis Horacio Barber la aceptación de este trabajo, su incondicional e inexplicable apoyo, especialmente en situaciones de *low cloze probability*. Ha sido un privilegio el trabajo en su laboratorio, y agradezco la confianza y el afecto que me ha mostrado a pesar de los pesares, además de todos los recursos que ha puesto a mi disposición siempre que ha sido necesario.

El trabajo experimental no hubiera sido posible sin la inestimable ayuda de todas las personas que han estado cerca de mi dentro y fuera del laboratorio, gracias por mostraros siempre disponibles para resolver dudas, para dar ánimos y para discutir sobre el impacto de lo que procesamos por el rabillo del ojo siempre que lo he necesitado. De la primera etapa, Isa, Olivia, Bárbara, Alberto y Sendi, y de la última, Patri, Tatiana, Jurena, y Quique (¡gracias por ayudarme con el último experimento!).

Maartje, gracias por tu recibimiento y apoyo los primeros años y los siguientes. Samara, parte de este trabajo está dedicado a ti.

Estoy profundamente agradecido a Juan Andrés por hacer amigable el trato con R en el día a día y por la tremenda paciencia que ha tenido a lo largo de estos años de preguntas y más preguntas.

Deseo expresar mi gratitud a Niels Janssen y Enrique Meseguer como parte del grupo, por su ayuda en estos años, comentarios y discusiones muy enriquecedoras.

Al *Camarada líder supremo* del Frente Silábico de Liberación por permitirme hacer pequeñas incursiones como parte del grupo revolucionario de liberación parafoveal. Gracias Carlos Álvarez por tu entusiasmo, alegría, afecto y por poner gotitas de humor en nuestro día a día.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

A David Beltrán por brindarme su ayuda y su amistad. Gracias

Gracias a Margaret Gillons por acogerme en tu laboratorio en Ningbo, por toda la ayuda que me prestaste allí y por acogerme en La Laguna cuando lo necesité.

Gracias al Tío Duro por su compañía en mis años laguneros, aunque este último haya estado ausente. No puedo olvidar los momentos compartidos.

Gracias a Pia, por acompañarme en los últimos momentos de la tesis y animarme a dar el paso.

Gracias a Juanlu por esa llamada que propició otra llamada y luego otra y acabó conmigo en un avión.

Por las circunstancias en las que se produce el depósito, deseo expresar mi agradecimiento por marcar un punto de inflexión en mi vida a Julien Dampurè y a Markus Conrad, del FSL. Ambos encendieron la luz cuando la habitación estaba a oscuras y probablemente evitaron que hiciera algo de lo que me habría arrepentido más tarde. Gracias Markus por llamarme, y animarme a entrar en tu casa porque no escribiría esto sin tu apoyo.

Finalmente, dedico esta tesis a mi familia, a mi madre, a mi segunda madre y a mi hermana Ana. Gracias por TODO.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Resumen

En esta tesis se describen una serie de experimentos diseñados para estudiar el nivel de integración de la información parafoveal durante la lectura. El objetivo general fue estudiar la cantidad y naturaleza de la información que puede ser extraída de la parafovea durante la lectura, además de cómo y cuándo esta información es integrada con la información procesada en visión foveal. Para ello se diseñó un primer experimento en el que se manipuló la carga de procesamiento foveal mediante la frecuencia léxica y se observó el nivel de integración de la información parafoveal variando esta entre una vista previa idéntica con la palabra en visión foveal, relacionada semánticamente o no relacionada. Los resultados mostraron que ante condiciones de baja carga foveal, el nivel de integración parafoveal fue mayor. El segundo experimento examina el nivel de integración de la información parafoveal mediante el corregistro de movimientos oculares y EEG en una tarea de lectura de palabras utilizando el paradigma de cambio de pantalla contingente con la mirada y la técnica de límite y los participantes podían desplazar su mirada libremente. Los resultados mostraron un efecto parafoveal en la fovea y un beneficio de la vista previa parafoveal tras la sácada debido a una manipulación de tipo semántico. En el experimento 3, repetimos el diseño experimental del experimento 2 pero en una tarea de lectura de frases. Mediante el corregistro de EEG y movimientos oculares replicamos el efecto parafoveal en la fovea en latencias más tempranas y se discute el impacto de esta información tras el cruce del límite, en la siguiente palabra. Los resultados muestran que los lectores pueden activar e integrar información de tipo semántico en el contexto de una tarea de lectura natural.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN GENERAL..... | 1 |
| 1.1. Lenguaje y lectura | 1 |
| 1.2. Procesamiento visual y movimientos oculares | 2 |
| 1.3. Span perceptivo | 4 |
| 1.4. Movimientos oculares y modelos de control oculomotor durante la lectura | 6 |
| 1.4.1. Efecto Parafoveal en la Fóvea (POF)..... | 7 |
| 1.4.2. Beneficio de la vista previa parafoveal..... | 8 |
| 1.4.3. Modelo EZ-Reader | 11 |
| 1.4.4. Modelo SWIFT (Generación autónoma de la sácada con inhibición de targets foveales) | 12 |
| 1.5. ERPs en el estudio de la lectura | 13 |
| 1.6. Corregistro de movimientos oculares y EEG | 15 |
| 1.6.1. Implementación técnica | 18 |
| 2. OBJETIVOS | 20 |
| 3. PARTE EXPERIMENTAL..... | 22 |
| 3.1. EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal. | 22 |
| 3.1.1. Resumen | 22 |
| 3.1.2. Introducción..... | 23 |
| 3.1.3. Método | 29 |

I

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| | |
|---|-----------|
| 3.1.3.1. Participantes | 29 |
| 3.1.3.2. Estímulos y paradigma experimental..... | 30 |
| 3.1.3.3. Aparatos y Procedimiento | 32 |
| 3.1.3.3.1. Registro de EEG y MO | 32 |
| 3.1.3.3.2. Procedimiento..... | 34 |
| 3.1.3.4. Análisis de los datos de EEG..... | 36 |
| 3.1.4. Resultados | 37 |
| 3.1.4.1. ERPs asociados con la presentación de las triadas. | 37 |
| 3.1.4.1.1. Ventana P200: 150-230 ms | 38 |
| 3.1.4.1.2. Ventana N400: 300-500 ms..... | 40 |
| 3.1.4.1.3. Ventana 500-600 ms | 42 |
| 3.1.5. Discusión..... | 43 |
| 3.2. EXPERIMENTO 2. Percepción parafoveal durante la lectura de pares de palabras. | |
| Corregistro de medidas EEG y movimientos oculares. | 46 |
| 3.2.1. Resumen | 46 |
| 3.2.2. Introducción..... | 47 |
| 3.2.3. Método | 52 |
| 3.2.3.1. Participantes | 52 |
| 3.2.3.2. Estímulos..... | 52 |
| 3.2.3.3. Aparatos y Procedimiento | 54 |
| 3.2.3.3.1. Registro de EEG y MO | 54 |
| 3.2.3.3.2. Procedimiento..... | 55 |
| 3.2.3.4. Análisis de los datos..... | 56 |
| 3.2.3.4.1. Análisis de los datos de movimientos oculares..... | 56 |
| 3.2.3.4.2. Análisis de los datos de EEG..... | 57 |
| 3.2.4. Resultados | 58 |

II

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| | |
|---|-----------|
| 3.2.4.1. Medidas conductuales y de MO | 58 |
| 3.2.4.2. ERPs asociados con la lectura del prime (n) y vista previa (n+1) | 58 |
| 3.2.4.3. FRPs asociados a la finalización de la sácada: inicio de la fijación en la palabra target (n+1). | 59 |
| 3.2.4.3.1. Ventana 0-200 ms | 60 |
| 3.2.4.3.2. Ventana 300-500 ms | 60 |
| 3.2.4.3.3. Ventana 500-750 ms (LPC) | 61 |
| 3.2.5. Discusión | 64 |
| 3.3. EXPERIMENTO 3. Procesamiento parafoveal durante la lectura de frases. Corregistro de movimientos oculares y EEG. | 69 |
| 3.3.1. Resumen | 69 |
| 3.3.2. Introducción..... | 70 |
| 3.3.3. Método | 72 |
| 3.3.3.1. Participantes | 72 |
| 3.3.3.2. Estímulos..... | 72 |
| 3.3.3.3. Aparatos y Procedimiento | 73 |
| 3.3.3.3.1. Registro de EEG y MO | 73 |
| 3.3.3.4. Análisis de los datos | 76 |
| 3.3.3.4.1. Análisis de los datos de movimientos oculares..... | 76 |
| 3.3.3.4.2. Análisis de los datos de EEG | 77 |
| 3.3.4. Resultados | 78 |
| 3.3.4.1. Medidas conductuales y de MO | 78 |
| 3.3.4.2. FRPs en ensayos POF | 79 |
| 3.3.4.3. FRPs en ensayos post-límite. Beneficio de la vista previa parafoveal..... | 80 |
| 3.3.4.3.1. Ventana 170-250 ms | 82 |
| 3.3.4.3.2. Ventana 250-450 ms | 82 |

III

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| | |
|---|------------|
| 3.3.4.3.3. Ventana 500-750 ms (LPC)..... | 83 |
| 3.3.5. Discusión..... | 84 |
| 3.3.5.1. Efecto parafoveal en la fovea | 86 |
| 3.3.5.2. Efectos de beneficio de la vista previa parafoveal..... | 87 |
| 4. DISCUSIÓN GENERAL..... | 91 |
| 5. Referencias | 97 |
| 6. APÉNDICES..... | 106 |
| 6.1. APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1 | 107 |
| 6.2. APÉNDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2 | 118 |
| 6.3. APÉNDICE C. Frases utilizadas en el Experimento 3..... | 126 |
| 6.4. Apéndice D. Grandes Promedios en 9 electrodos del efecto parafoveal en la fovea. Experimento 3..... | 130 |
| 6.5. Apéndice E. Grandes Promedios en 9 electrodos del beneficio de la vista previa. Experimento 3..... | 131 |

IV

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

TABLAS

EXPERIMENTO 1

Tabla 1. Valores t, grados de libertad y valores p de los contrastes pos-hoc significativos en la triple interacción CARGA FOVEAL x VISTA PREVIA x ELECTRODO en la ventana N400..... 41

Tabla 2. Medias de voltaje en las distintas condiciones de VISTA PREVIA en los diferentes niveles del factor ELECTRODO por la ventana N400: 300-500..... 42

EXPERIMENTO 3

Tabla 3 Medias y desviaciones típicas de la duración de la mirada en el Experimento 3. 78

V

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

FIGURAS

Introducción

| | |
|---|----|
| Figura 1. Representación del span perceptivo durante la lectura..... | 6 |
| Figura 2. Representación del efecto parafoveal en la fóvea | 8 |
| Figura 3. Representación del beneficio de la vista previa parafoveal | 9 |
| Figura 4. Esquema de la sincronización del registro de movimientos oculares y EEG. | 19 |

Experimento 1

| | |
|---|----|
| Figura 5. Predicciones sobre la manipulación de la carga foveal y la vista previa parafoveal. | 29 |
| Figura 6. Esquema que ilustra el envío de pulsos en el contexto de un ensayo experimental con el paradigma de control de la mirada..... | 33 |
| Figura 7 Ejemplo de presentación de un ensayo..... | 35 |
| Figura 8. ERPs asociados a la presentación de las triadas. | 38 |
| Figura 9. Gran promedio de las tres condiciones del factor vista previa en la condición de baja carga foveal..... | 39 |
| Figura 10. Gran promedio de las tres condiciones del factor vista previa en la condición de alta carga foveal..... | 40 |

Experimento 2

| | |
|---|----|
| Figura 11. Esquema de la secuencia de presentación y diseño experimental del Experimento 2. | 53 |
| Figura 12. Grandes promedios de las cuatro condiciones experimentales en el Experimento 2..... | 62 |
| Figura 13. Grandes promedios representando los efectos principales en los FRPs relacionados a la presentación del target en Experimento 2. | 63 |

Experimento 3

| | |
|--|----|
| Figura 14. Esquema de las condiciones experimentales del Experimento 3. | 76 |
| Figura 15. Grandes promedios FRP del Experimento 3 sincronizados con la fijación en la palabra pre-límite (prime)..... | 80 |

VI

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Figura 16. Grandes promedios FRP del Experimento 3 sincronizados con la fijación en la palabra post-límite. 81

Figura 17. Grandes promedios y mapas topográficos de los efectos principales en los FRPs sincronizados con la fijación post-límite del Experimento 3..... 84

Figura 18. Ondas diferencia entre FRPs de vista previa incongruente-congruente separadas para las dos condiciones del target 86

Figura 19. FRP en electrodo parietal izquierdo (P7) y parietal derecho (P8) que muestra el efecto positivo de la vista previa (PP). 88

VII

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1.Lenguaje y lectura

El sistema cognitivo humano está capacitado para almacenar grandes cantidades de información de diferente tipo y a partir de su configuración han emergido modos de transmisión de esa información altamente eficientes siendo la principal el lenguaje. El lenguaje humano es una habilidad compleja y especializada que se desarrolla de forma espontánea en el caso de los niños sanos sin apenas instrucción. El fenómeno de la lectura es diferente. El aprendizaje de la lectura supone una reorganización funcional de los sistemas cerebrales que evolucionaron claramente para otras funciones. Alrededor de los 5 años la mayoría de los niños han adquirido las habilidades lingüísticas necesarias para la lectura, momento a partir del cual, y solo con la ayuda de instrucción, los niños perfeccionan su interfaz visual-lingüístico a través de la exposición continua a las palabras y la práctica (Carr, 2005; Barber y Kutas, 2007). Tomando la definición aportada por Rayner, Schotter, Masson, Potter, & Treiman (2016), la lectura se define como el procesamiento de información escrita con el fin de extraer el significado intencionado de cada palabra, frase u oración de un texto determinado y es por tanto una habilidad basada en el lenguaje que permite procesar la energía física a la que nos referimos como palabras (ya sea de forma aislada o formando parte de oraciones), que toma su significado del conocimiento almacenado en el cerebro a través de la experiencia (Kutas & Federmeier, 2000). El órgano de entrada del lenguaje escrito al cerebro es el ojo, por lo que es necesario considerar qué tipo de información entra a través del ojo y qué tipo de información procesa el sistema cognitivo. Teniendo presente que la lectura

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

es una de las tareas más complejas que realiza el cerebro de manera rutinaria debido a la necesidad de integrar información motora, perceptiva y cognitiva es importante tener en cuenta las restricciones de los sistemas implicados y sus modos de funcionamiento (Barber y Kutas, 2007).

1.2. Procesamiento visual y movimientos oculares

El ojo es el órgano especializado en la recogida de la estimulación lumínica del medio. Actúa como un intérprete de las ondas electromagnéticas que se reciben del ambiente y envía la correspondiente señal nerviosa al cerebro. El sistema nervioso central penetra en el ojo a través del nervio óptico, generando un punto ciego que carece de células fotosensibles. La retina es la estructura en la que se localizan las células fotorreceptoras: conos y bastones. Estos fotorreceptores se han especializado para responder como unidades neurales independientes a la energía que les llega desde el exterior. Difieren en la clase de fotorreceptores que utilizan, en cómo están distribuidos en la retina y en el modo como están conectados con las otras células retinianas. También difieren en cuanto a la cantidad que hay de unos y otros. De los 94.5 millones de fotorreceptores que hay en la retina, más de 90 millones son bastones y los 4.5 restantes son conos. Los conos a su vez se subdividen en 3 clases según el rango de frecuencias que absorben sus fotorreceptores. Los conos son sensibles al color y al detalle y son más eficaces con luz brillante, garantizando de esta manera la discriminación espacial y la detección de pequeños detalles en una imagen. Los bastones son extremadamente sensibles a la luz, pero a costa de su capacidad de discriminación espacial, es decir, pueden responder frente a intensidades luminosas muy bajas o de noche y al movimiento. Durante el día, cuando la intensidad de la luz es mayor, los

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

bastones están saturados por lo que prácticamente no contribuyen a la visión diurna.

La región más rica en conos está ubicada aproximadamente en el centro de la retina, con desplazamiento hacia el lado temporal y se denomina mácula lútea, cuyo diámetro es de 5 mm aproximadamente. En el centro de la mácula se encuentra una pequeña depresión denominada fovea, con un diámetro de aproximadamente 1.2 mm. La porción central de la fovea es conocida como foveola abarca unos 0.3mm, está constituida por conos y es la región de mayor agudeza visual. A medida que nos alejamos de la fovea el número de conos descende con la consecuente pérdida de agudeza. Las proyecciones de más alta agudeza visual subtienden ángulos de 2° de arco respecto del punto de fijación. A esta porción del campo visual se conoce como visión foveal. La visión parafoveal se extiende hasta los 5°, a partir de la cual se pierde en torno al 50% de la agudeza, disminuyendo hacia la periferia del campo (De Valois y De Valois, 1988; Balota y Rayner, 1991).

Es interesante aclarar que fuera de la visión macular, cada célula ganglionar recibe la estimulación de cientos de fotorreceptores y, por tanto, en la periferia del campo visual poseemos una escasa capacidad de discriminación espacial. Debido a que la agudeza visual es limitada, durante la lectura los lectores han de mover los ojos a través del texto, utilizando la visión macular (que incluye la fovea y la parafovea), es decir, aproximadamente los 5° centrales del campo de visión. La alta densidad de conos en la fovea y la relación uno a uno con las células bipolares y las células ganglionares retinianas permite que esta área disponga de un alto grado de agudeza visual. La agudeza visual es la capacidad del sistema visual para identificar objetos pequeños en condiciones de iluminación adecuadas y esta característica de la retina tiene implicaciones importantes para la lectura en particular. Teniendo en cuenta estas limitaciones anatómicas y fisiológicas de la retina, durante la lectura, los ojos deben desplazarse a través de la línea de texto por medio de un escaneado secuencial de las

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

palabras, en el que los ojos se mueven de forma discontinua saltando entre puntos significativos (Rayner, 1998). La razón de estos movimientos de desplazamiento a través de las palabras es la de que los ojos dirijan sus fóveas hacia estos puntos significativos. Durante la lectura los ojos son relativamente estables en cada fijación, con una duración aproximada de 250 ms (aunque se pueden encontrar fijaciones del rango de los 50 a 800 ms durante la lectura). En general, no se obtienen nueva información visual durante los movimientos sacádicos (Martin, 1974), aunque el procesamiento cognitivo no se interrumpe (Irwin, 1998). En el caso de la lectura, puesto que los ojos se mueven generalmente en una dirección (Becker y Jüngens, 1979; Rayner, Slowiaczek, Clifton y Bertera, 1983), el tiempo de reacción para los movimientos oculares se sitúa en torno a los 150-250 ms. Los movimientos sacádicos tienen una duración durante la lectura de aproximadamente 20 – 35 ms y cubren la distancia de 7 letras en promedio. Estos tiempos varían en función de variables de tipo cognitivo y lingüístico que afectan a la duración de la fijación (Rayner, 1998, 2009). Y aunque se mueven

1.3. Span perceptivo

El span perceptivo se define como la región del campo visual de la que el cerebro extrae información útil (Rayner, 2009; McConkie, & Rayner, 1975). Hace referencia a la información captada por fóvea y parafovea, aproximadamente los 5° centrales del campo de visión. La investigación al respecto ha puesto de manifiesto que en lectores expertos (de sistemas de escritura alfabéticos en los que se lee de izquierda a derecha), el span perceptivo se extiende de 3 a 4 espacios o letras a la izquierda de la fijación y aproximadamente 14-15 a la derecha de la fijación (Rayner, 1998; McConkie, & Rayner, 1975; ver también Figura 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

para una representación del span visual). La agudeza visual mantiene una relación inversamente proporcional a la excentricidad con respecto al punto de fijación, por tanto, a medida que la información se aleja de éste perdemos nitidez visual hasta el punto de producirse *hacinamiento* (Pelli, Tillman, Freeman, Su, Berger, & Majaj, 2007). El concepto de hacinamiento fue desarrollado por Bouma (1970), y en la lectura es un fenómeno que hace referencia a la incapacidad para identificar y reconocer letras rodeadas por estímulos semejantes (otras letras). Este fenómeno se da principalmente en la periferia del campo visual, a partir de 5° respecto del punto de fijación y está limitado por el espaciado de las letras y no por la agudeza visual de la persona. El tamaño del span perceptivo varía entre sujetos (diferencias individuales), e intrasujetos, es decir, el cerebro ajusta de manera dinámica la región efectiva en función de la dificultad de procesamiento de la información foveal y parafoveal (Frömer, Dimigen, Niefind, Krause, Kliegl, & Sommer, 2015; Yan, 2015; Häikiö, Bertram, Hyönä, & Niemi, 2009; Rayner, 1986). La dinámica de la modulación del span perceptivo depende de la carga de procesamiento foveal y parafoveal, determinada por propiedades lingüísticas como la frecuencia léxica, y visuales como la longitud de la palabra (Henderson, & Ferreira, 1990). Concretamente, cuando la carga foveal es alta (baja frecuencia léxica), el procesamiento de la información parafoveal se puede ver comprometida. Por tanto, debido a que la agudeza visual es limitada, los lectores necesitan mover los ojos mediante sácadas para desplazar la mirada a través del texto. Entre sácada y sácada se producen las fijaciones, el tiempo en el que la mirada permanece relativamente estable en un punto para extraer las características visuales de las letras, las cuales deben ser decodificadas para iniciar la activación de sonidos y significados. La sintaxis, semántica y pragmática determinan la integración de dichos significados hasta construir un modelo mental de la información del texto que a su vez guía la programación de los siguientes

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

movimientos oculares (Sperlich, Schad, & Laubrock, 2015). Esta dinámica de fijación y desplazamiento del ojo implica la coordinación de complejos procesos atencionales, perceptivos, cognitivos y motores para llevar a cabo el reconocimiento de palabras y el control de los movimientos oculares.

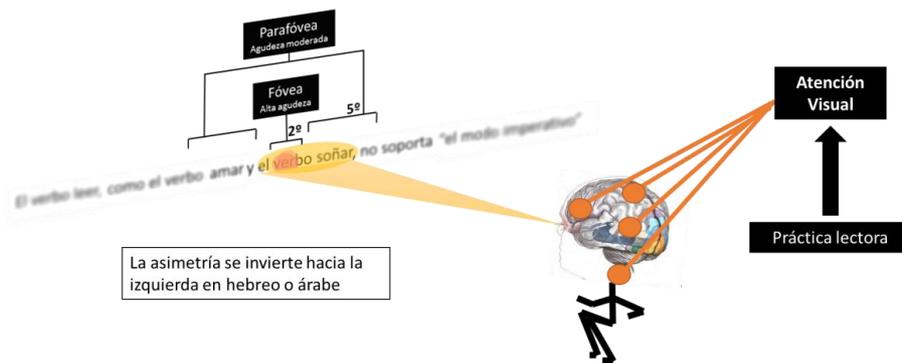


Figura 1. Representación del span perceptivo durante la lectura. Adaptado de Rayner et al. *Psychological Science in the Public Interest* 2016;17:4-34

1.4. Movimientos oculares y modelos de control oculomotor durante la lectura

El estudio de la lectura mediante la técnica de movimientos oculares ha sido muy fructífero en los últimos años (Rayner, 2009). La conducta lectora se mide principalmente atendiendo a la posición de la fijación, su duración, la secuencia de las fijaciones, la amplitud sacádica y las regresiones o refijaciones hacia palabras ya leídas. Los tiempos de fijación son sensibles a propiedades subléxicas o formales como la longitud de la palabra, propiedades

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

léxico-semánticas como su frecuencia de ocurrencia o por ser predecibles semántica- o sintácticamente. Los ojos se mueven a través del texto a un ritmo de aproximadamente cinco fijaciones por segundo, es decir, unas 300 palabras por minuto y 225 ms de media, aunque existen diferencias individuales (para una revisión, ver Rayner & Pollatsek, 2013). El rol que la información parafoveal ejerce durante la lectura es un fenómeno estudiado con la técnica de movimientos oculares atendiendo a dos modos de influencia principalmente (Rayner, White, Kambe, Miller, & Liversedge, 2003).

1.4.1. Efecto Parafoveal en la Fóvea (POF)¹

Una primera influencia de la información parafoveal durante la lectura viene determinada por el efecto de la información parafoveal sobre el procesamiento de la palabra fijada fovealmente (n), o efecto parafoveal en la fóvea (Kennedy, 1998; Rayner & Juhasz, 2004; Rayner et al., 2003). El resultado de este efecto varía en función de las propiedades lingüísticas de la palabra fijada, de la palabra anterior a la fijación, o de las palabras situadas en posición n+1. Además, los resultados pueden variar en función de las demandas de la tarea o del tipo de lectura que se lleva a cabo, bien sea una lectura comprensiva o superficial (Risse & Kliegl, 2011; Kliegl, et al. 2007). Se han observado efectos de los tiempos de fijación mediante el paradigma de límite reflejando una disminución del tiempo de fijación en la palabra n, aunque la principal fuente de evidencia empírica proviene de los estudios de corpus de frases (Kennedy & Pynte, 2005). Manipulaciones en la vista previa parafoveal (n+1) de información de bajo nivel como por ejemplo irregularidades ortográficas, incrementan el tiempo de fijación en la palabra fijada, es decir, no solo pueden tener un impacto en posteriores fijaciones, sino que la influencia del procesamiento parafoveal se observa directamente durante el procesamiento de la palabra actualmente fijada.

¹ El acrónimo POF hace referencia al nombre del efecto parafoveal en la fóvea, del inglés, *parafoveal-on-foveal-effect*.

Manipulaciones de información lingüística de más alto nivel, como por ejemplo la frecuencia léxica de la vista previa parafoveal producen variaciones en el tiempo de fijación de la palabra fijada que no han sido replicados posteriormente (Hyöna & Bertram, 2004; Kennedy, Pynte, & Ducrot, 2002).

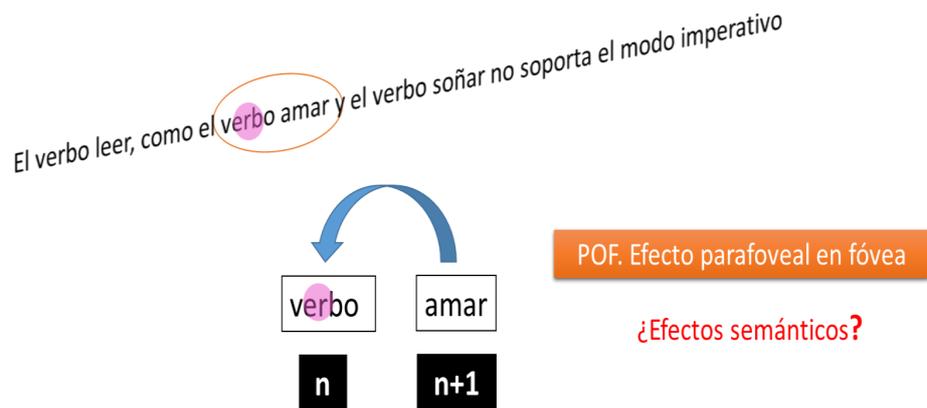


Figura 2. Representación del efecto parafoveal en la fovea

1.4.2. Beneficio de la vista previa parafoveal

La información parafoveal puede facilitar el procesamiento de la palabra que será fijada tras la sácada (n+1), lo que indicaría que ha sido al menos parcialmente procesada parafovealmente. Estos efectos se pueden demostrar utilizando el paradigma de límite invisible (boundary paradigm), manipulando la palabra situada a la derecha de la fijada fovealmente. Ejemplos de esta manipulación parafoveal pueden ser un enmascaramiento, una palabra relacionada semánticamente o una no relacionada. La diferencia en las duraciones de la fijación entre la manipulación pre-límite y post-límite mediante la técnica de cambio de

pantalla contingente al cruce de la mirada a través del límite es conocido como beneficio de vista previa. Los principales resultados de la aplicación de este paradigma en la percepción parafoveal son la influencia de las propiedades ortográficas y fonológicas (Rayner, Balota y Pollatsek 1986), y el beneficio se cuantifica generalmente en fijaciones entre 20 y 50 ms más cortas cuando la vista previa durante la lectura de frases está disponible frente a cuando no está disponible o es inválido (véase para una revisión Rayner, et al., 2003). Sin embargo, la evidencia de procesamiento semántico es más controvertida y existen pocos estudios que hayan detectado efectos (Yan, Richter, Shu, & Kliegl, 2009; Hohenstein, Laubrock, & Kliegl, 2010; Rayner, Schotter, & Drieghe, 2014; Rayner, White, Kambe, Miller, & Liversedge, 2003). El beneficio de la vista previa parafoveal sugiere además que la información de esta región del span perceptivo se integra y su impacto puede ser observado en sucesivas fijaciones facilitando el reconocimiento de nuevas las siguientes palabras target (Inhoff, 1990).

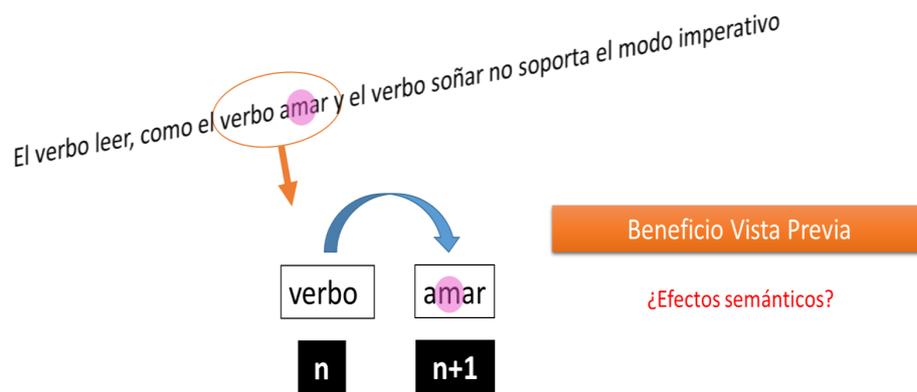


Figura 3. Representación del beneficio de la vista previa parafoveal

Estos dos efectos generan gran controversia en el estudio de la percepción parafoveal puesto que tienen el potencial de poner a prueba dos de los principales modelos del control oculomotor durante la lectura (para una revisión sobre el procesamiento parafoveal durante la lectura con la técnica de movimientos oculares ver Schotter, Angele, & Rayner, 2012). El tipo de información disponible durante una fijación (visual, subléxica, léxica o semántica), cuándo se integra y cuándo puede ser observada, junto con la dinámica del control oculomotor y el desplazamiento de la atención a la hora de programar la siguiente sácada son diferentes aspectos presentes en la conducta lectora y que se articulan de diferente modo en los modelos de lectura. A continuación se describen las dos grandes familias de modelos que explican cómo lleva a cabo el cerebro esa tarea. Por un lado, los modelos que proponen que la orientación de la sácada se guía mediante gradientes de procesamiento como consecuencia de que la atención se distribuye a través del span perceptivo, postulan que varias palabras pueden ser procesadas simultáneamente y encontramos el modelo SWIFT como principal exponente (para una revisión del modelo SWIFT, ver Engbert & Kliegl, 2011). Por otro lado, hay modelos que proponen que la atención se desplaza de la palabra n (fóvea) a $n+1$ (parafóvea) de manera serial y en la programación sacádica solo influirían propiedades lingüísticas de bajo nivel o subléxicas, mientras que el procesamiento léxico es estrictamente serial. El principal exponente es el modelo EZ-Reader (para una revisión del modelo EZ-Reader, ver Reichle, Liversedge, Drieghe, Blythe, Joseph, White, & Rayner, 2013). A continuación, se detallan algunos aspectos relevantes de ambos modelos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

1.4.3. Modelo EZ-Reader

El EZ-Reader (Reichle, et al., 2013) es una familia de modelos computacionales que describen cómo el sistema visual y cognitivo interactúan con el sistema oculomotor con el fin de predecir de manera aproximada el patrón de movimientos oculares que se observan durante la lectura de un texto. El supuesto principal del modelo es que el tipo de atención necesaria para identificar y procesar palabras durante la lectura se asigna de manera serial a una sola palabra al mismo tiempo y no interactúa con el reconocimiento de palabras consecutivas en las primeras etapas del procesamiento de la palabra fijada. Las letras que componen las palabras, sin embargo, en el caso de palabras menores de 8-9 letras de longitud se procesan en paralelo. Este modelo asume que hay una disociación o desacople entre la señal que predice el cambio de atención hacia la palabra $n+1$ (la palabra siguiente a la actualmente fijada) y la señal que predice el movimiento sacádico hacia $n+1$, y se articula en dos fases. La fase L1 o chequeo de la familiaridad de la palabra n , hace referencia a un estado temprano del acceso léxico, y su duración es función de la frecuencia y predictibilidad de la palabra fijada. Tras finalizar esta etapa se inicia la programación sacádica. La fase 2 culmina cuando el acceso al léxico de la palabra n ha finalizado, y es la que motiva el cambio de atención a la siguiente palabra iniciándose el procesamiento léxico de $n+1$. Este modelo predice un efecto de beneficio de vista previa parafoveal, pero no un efecto de la información léxica o léxico-semántica de la vista previa parafoveal en la fovea puesto que intervendrían en la programación sacádica e irían en contra del supuesto del desplazamiento de la atención de la palabra n a $n+1$. Evidencia de la influencia de propiedades léxicas como la frecuencia léxica o de tipo semántico (como manipulaciones de la vista previa mediante palabras relacionadas semánticamente), se han puesto de manifiesto en estudios de corpus de texto mediante análisis de regresión (Kennedy & Pynte, 2005; Kliegl, Nuthmann, & Engbert, 2006;

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Pynte & Kennedy, 2006; Schad, Nuthmann, & Engbert, 2010), y reciben críticas al respecto, puesto que se argumenta que son debidas a errores en la programación sacádica y fijaciones muy cerca de la vista previa parafoveal (Drieghe, Rayner, & Pollatsek, 2008).

1.4.4. Modelo SWIFT (Generación autónoma de la sácada con inhibición de targets foveales)

Este modelo (Engbert, 2002) postula que la atención se asigna de manera distribuida en el span perceptivo y no solo a la palabra fijada N. Aunque el nivel de procesamiento depende de la excentricidad y la longitud de las palabras. En este sentido, el procesamiento de la información del span perceptivo es distribuido espacialmente y se pueden procesar varias palabras en paralelo a un ritmo decreciente con la excentricidad de la información con respecto al punto de fijación foveal (Engbert, Nuthmann, Richter, & Kliegl, 2005). El procesamiento léxico se lleva a cabo como un proceso con dos etapas. En la primera etapa, referida al pre-procesamiento léxico, la activación se incrementa desde 0 (sin información sobre la palabra) hacia un máximo definido por la dificultad para procesar la palabra fijada (determinado por la frecuencia léxica). Y una segunda etapa que conlleva la disminución del máximo de activación (identificación de la palabra completada) hacia 0. La generación sacádica se implementa mediante un temporizador aleatorio. El procesamiento del span perceptivo y el control oculomotor están vinculados entre sí a través de dos rutas: (1) la activación léxica de la palabra fijada fovealmente puede impedir la programación sacádica inhibiendo el temporizador aleatorio, por tanto, el nivel de activación de la palabra N influye en la decisión de cuándo mover los ojos. (2) Las activaciones léxicas de todas las palabras en una frase determinan la probabilidad con la que cada palabra es seleccionada como target para la siguiente sácada. Las palabras en una frase con menor activación léxica tendrán una

menor probabilidad de fijación y serán saltadas.

A modo de conclusión, a pesar de que las medidas de movimientos oculares son de gran validez ecológica puesto que los participantes siguen su curso natural de lectura sin restricciones con respecto al tipo de tarea o procedimientos experimentales, el tiempo de fijación en una palabra no refleja (de manera precisa), el curso temporal de los procesos implicados en el reconocimiento de la misma (Rayner, y Pollatsek, 2013).

1.5. ERPs en el estudio de la lectura

Los ERPs (del inglés event related potentials) son la actividad eléctrica del cerebro contenida dentro del electroencefalograma (EEG) asociada al procesamiento de un evento discreto; por ejemplo, un estímulo externo. La principal ventaja del uso de los ERPs en el estudio de la lectura radica en que nos permiten estudiar el curso temporal de los procesos cognitivos implicados en el procesamiento de palabras con una resolución temporal muy alta, es decir hasta un milisegundo (Luck, 2014).

Al igual que en estudios de movimientos oculares, con la técnica de ERPs también se ha abordado el estudio de la percepción parafoveal de palabras, aunque con resultados de nuevo contradictorios y no exentos de críticas.

Con la técnica de ERPs, la mayoría de experimentos sobre lectura de frases se han realizado utilizando el paradigma de presentación rápida de palabras (RVSP), pero de manera aislada, es decir, sin información parafoveal disponible. Esto es debido a una de sus limitaciones: los ERPs requieren el control del momento preciso en el que se percibe un estímulo (por ejemplo, una palabra), y además pueden ser contaminados por la señal eléctrica producida por las sácadas. Por estas razones su registro en tareas de lectura natural requiere

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

consideraciones metodológicas especiales. Estas limitaciones restringen el uso de la técnica con la consecuente falta de validez ecológica de los datos obtenidos, especialmente en lo relativo al procesamiento parafoveal.

Dadas las limitaciones de la técnica de ERPs para el estudio del procesamiento parafoveal durante la lectura, Barber, Doñamayor, Kutas & Munte, (2010), crearon una modificación del paradigma de presentación serial rápida (en adelante RSVP), que permite estudiar la influencia de una vista previa parafoveal mientras los lectores fijan una palabra en posición foveal durante la lectura de frases. Este nuevo paradigma consiste en la presentación de frases palabra por palabra en el centro de la pantalla de un monitor, de modo que cada palabra está flanqueada parafovealmente por otras dos que pueden ser manipuladas. Usando este paradigma se han encontrado efectos parafoveales en el procesamiento foveal relacionados con el procesamiento semántico cuando la manipulación se hacía en el flanco derecho (Barber et al., 2010), modulación de efectos parafoveales por variables como la dirección de la lectura (Barber et al., 2011), el intervalo de presentación entre palabras, o la predictibilidad de las palabras situadas en la parafovea (Barber, van der Meij & Kutas, 2013).

A pesar de la relevancia de estos datos para el entendimiento de la percepción parafoveal en la lectura de frases, este paradigma no ha estado exento de críticas, siendo la principal limitación la ausencia de sácadas durante la lectura, las cuales, como se ha descrito anteriormente, tienen un papel importante en el reconocimiento de palabras.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

1.6. Corregistro de movimientos oculares y EEG

La integración del seguimiento de los movimientos oculares y el EEG nos permite hacer inferencias sobre el curso temporal del reconocimiento de palabras en condiciones de lectura natural y de sus correlatos neurales, además de hacer comparaciones directas entre ambas medidas en la misma situación (Kliegl, Dambacher, Dimigen, Jacobs, & Sommer, 2012). La combinación de los dos métodos nos permite por tanto aprovechar la sensibilidad de ambos métodos para la exploración de la conducta ocular durante la lectura y los procesos implicados en ella desde un enfoque con mayor validez ecológica. Con la combinación de ambos métodos podemos estudiar la información procesada en el span perceptivo registrando los tiempos de fijación en un target (n), sus correlatos electrofisiológicos (ERPs), y la modulación de estos por el impacto de la información parafoveal (efecto de la parafovea en la fovea). Mediante la sincronización de ambos, tras la sácada, podemos estudiar de nuevo ambas medidas en n+1, ahora n, y estudiar el efecto de la vista previa parafoveal sobre la misma palabra ahora fijada. Esta medida se conoce como potencial relacionado con la fijación (FRP).

Los primeros estudios acerca del papel de la información parafoveal durante la lectura utilizando el corregistro de ambas técnicas se llevaron a cabo mediante el registro simultáneo de movimientos oculares y EEG durante la lectura de frases (Marton & Szirtes, 1988; Marton, Szirtes, & Breuer, 1985). Estos estudios demostraron que se podían obtener ERPs sincronizando la presentación de la última palabra de una frase con el inicio de la sácada. Años más tarde, con la mejora de las técnicas de registro de movimientos oculares se ha abordado mediante la presentación de pares de palabras manipulando la relación semántica entre la palabra foveal y parafoveal (Baccino & Manunta, 2005; Simola, Holmqvist, &

Lindgren, 2009). En el estudio de Baccino & Manunta (2005) se estudia la influencia de la percepción parafoveal sobre el procesamiento foveal. En este trabajo encontraron un efecto de asociación semántica de la información parafoveal en el componente P200. Utilizando un paradigma similar, Simola y colaboradores (2009) encontraron un efecto de lexicalidad al comparar la presentación de palabras y pseudopalabras en la parafovea. Ambos estudios excluyeron de su análisis el componente N400, siendo este sin embargo el típicamente más adecuado para el estudio del procesamiento semántico (véase Barber & Kutas, 2007). Dimigen, Kliegl, & Sommer (2012) llevaron a cabo otro estudio en el que se manipuló la vista previa parafoveal durante la lectura de una secuencia de cinco palabras. La tarea de los participantes fue detectar nombres de animales. Mediante el paradigma de límite, compararon la respuesta cerebral a tres tipos de vista previa: una vista previa válida (la misma percibida parafovealmente se mantiene tras la sácada), una semánticamente relacionada y una no relacionada o vista previa inválida. Estos autores no encontraron evidencia de influencia de la información percibida parafovealmente en el ERP (efecto parafoveal en la fóvea) en ninguna de las condiciones del factor vista previa. En el análisis de los FRPs encontraron un efecto significativo en electrodos occipitales y temporales entre los 200-280 ms al contrastar la vista previa válida y la inválida. El efecto de una vista previa parafoveal sobre el target se interpretó como una facilitación ortográfica de la vista previa válida, sin embargo, no encontraron influencia de la información parafoveal a nivel semántico cuando la vista previa parafoveal estaba relacionada semánticamente con la palabra fijada.

A pesar de lo fructífera que ha sido la investigación hasta el momento, aún quedan abiertas numerosas cuestiones sobre el curso temporal del reconocimiento de palabras, especialmente en relación con el control oculomotor en condiciones de lectura natural. Es necesario conocer con mayor profundidad los correlatos electrofisiológicos del control motor, el curso temporal

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

de procesamiento foveal en presencia de información parafoveal y de qué manera se distribuyen los recursos atencionales en el span perceptivo. Es necesario estudiar los efectos de arrastre del procesamiento parafoveal tras la sácada y el impacto de estos efectos en el procesamiento de las sucesivas fijaciones.

Puesto que uno de los efectos más controvertidos en la literatura revisada ha sido la influencia de la información parafoveal en el procesamiento foveal, (Angele, Slattery, Yang, Kliegl, & Rayner, 2008), el primer experimento de esta tesis está dirigido a estudiar este fenómeno mediante un paradigma de presentación de triadas de palabras en el que los participantes centrarán su mirada exclusivamente en la región foveal. Estudiamos si la carga de procesamiento de una palabra percibida en la fovea modula el nivel de procesamiento parafoveal mediante la técnica de ERPs y valiéndonos del rastreador ocular, aseguramos la percepción parafoveal de las palabras situadas en el flanco derecho. En el segundo experimento, con un diseño experimental similar, pero solo con pares de palabras presentadas en la región foveal y parafoveal derecha, llevamos a cabo un experimento de corregistro EEG y MO. Este experimento nos permitirá estudiar el procesamiento parafoveal durante la lectura en el que los participantes deben desplazarse a la palabra situada en el flanco derecho para resolver un juicio semántico entre ambas. Mediante el análisis de los ERPs, analizamos si una palabra percibida en la parafovea modula el nivel de procesamiento foveal (efecto de la parafovea en la fovea), y el impacto de esta información después de la sácada, durante el procesamiento de la siguiente palabra (efecto de la vista previa parafoveal), mediante el análisis de los FRPs. En el tercer experimento llevamos a cabo el estudio de los efectos POF y PPB en una tarea de lectura de frases. Mejoramos la validez ecológica de las medidas situándolas en el contexto de una lectura más acorde a una situación de lectura de textos con el fin de validar los efectos encontrados en los Experimentos 1 y 2.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

1.6.1. Implementación técnica

La Figura 4 muestra de modo esquematizada la implementación del instrumental necesario para el corregistro de ambas medidas en los experimentos de esta tesis. En una habitación de Faraday se colocó el instrumental de presentación de estímulos (monitor), registro de las tareas experimentales (teclado), cámara del rastreador ocular (MO) y amplificador de la señal EEG. En una habitación contigua se encontraban los ordenadores de registro de MO, EEG y presentación de estímulos. Todos los participantes eran voluntarios, y en los tres experimentos, el procedimiento consistió en una breve entrevista con el participante para descartar enfermedades neurológicas, consumo de fármacos y otras variables contaminantes, además de registrar mediante cuestionarios la dominancia manual y el idioma de los participantes. Tras la entrevista, se iniciaba la toma de medidas craneales para la selección del gorro de registro de EEG y la bajada de impedancias mediante el uso de gel electrolítico. Una vez asegurada una señal de calidad (impedancias $\leq 5 \text{ k}\Omega$ en los electrodos del gorro, y electro-oculograma $<10 \text{ k}\Omega$), se procedía a la calibración del registro de MO y a la explicación de la tarea experimental.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

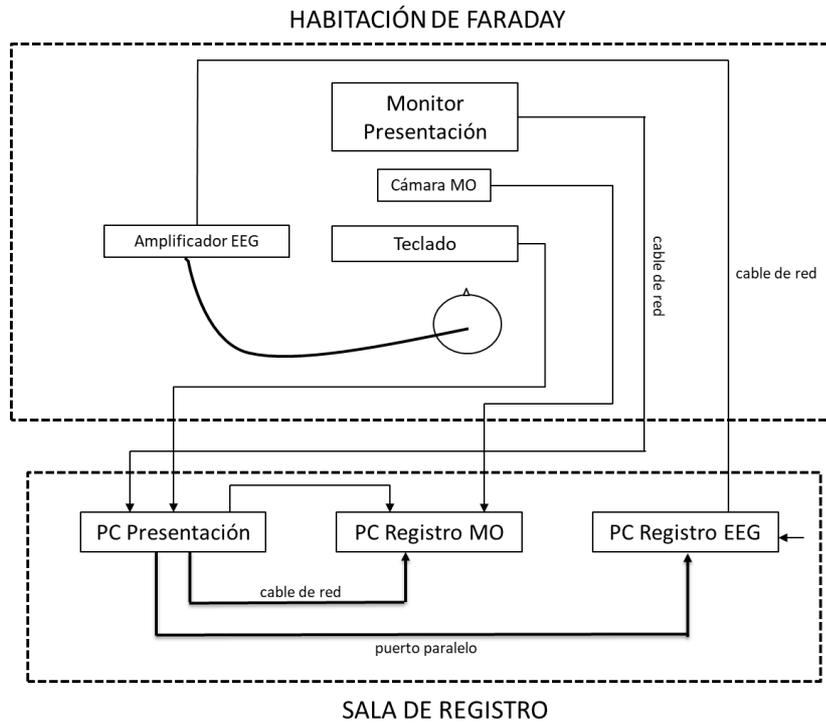


Figura 4. Esquema de la sincronización del registro de movimientos oculares y EEG.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

2. OBJETIVOS

El objetivo general de esta tesis está dirigido a estudiar la cantidad y naturaleza de la información que puede ser extraída de la parafovea durante la lectura, además de cómo y cuándo esta información es integrada con la información procesada en visión foveal. Para alcanzar estos objetivos generales nos hemos planteado los siguientes objetivos específicos:

1. Estudiar la influencia de la carga de procesamiento en la fovea y el impacto de la información procesada en la parafovea derecha llevando a cabo un estudio en el que mediante una tarea Go/NoGo, la información parafoveal no será necesaria para resolverla con éxito. De ese modo esperamos estudiar en qué medida la carga foveal y la relación semántica de las palabras presentadas parafovealmente modularan el span perceptivo y el nivel de procesamiento de ambas palabras. Mediante el control de la mirada con el rastreador ocular controlaremos la fijación en la palabra central para no comprometer la percepción parafoveal de las palabras del flanco derecho. Analizaremos la actividad cerebral registrada mediante el EEG sincronizada a la presentación de las palabras: Experimento 1.

2. Sincronización e integración de las medidas de EEG y registro de movimientos oculares, atendiendo a los problemas de superposición de los ERPs que surgen en una situación de lectura libre de pares de palabras y el curso temporal del procesamiento de los pares simultáneamente en la fovea y en la parafovea, su integración e influencia mutua (efecto parafoveal sobre la fovea, y efecto del beneficio de una vista previa parafoveal): Experimento 2.

3. Observar los mismos efectos en el contexto de una tarea de lectura de frases mediante el corregistro de medidas de movimientos oculares y EEG atendiendo a los efectos parafoveales en la fovea y de beneficio de la vista previa parafoveal en un contexto de mayor validez ecológica: Experimento 3.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

3.1.1. Resumen

En este experimento se puso a prueba si la carga de procesamiento de una palabra percibida fovealmente (mediante la manipulación de su frecuencia léxica), modula el nivel de procesamiento de palabras percibidas parafovealmente. Los participantes leyeron triadas de palabras presentadas en la pantalla del ordenador. La palabra presentada en el centro de la pantalla en visión foveal estaba flanqueada por dos palabras, una en el campo parafoveal izquierdo y otra en el derecho. Mientras que las palabras del flanco izquierdo siempre fueron palabras no relacionadas semánticamente con la palabra central, las del flanco derecho variaron de acuerdo a tres condiciones experimentales definidas por su relación con la palabra central: a) repetida (idéntica) b) semánticamente relacionada y c) semánticamente no relacionadas. Los ERPs asociados a la presentación de las triadas mostraron una mayor amplitud en el componente N400 para las no relacionadas en comparación con la condición repetida y relacionada. Este efecto se observó en mayor medida en la condición de baja carga foveal (alta frecuencia léxica de la palabra presentada en la fovea). Diferencias en la misma dirección entre la condición no relacionada (más negativa) y relacionada semánticamente alcanzan significación estadística en electrodos frontales del hemisferio izquierdo y fronto-mediales. Estos resultados sugieren que la carga foveal puede restringir el procesamiento

parafoveal durante la lectura.

3.1.2. Introducción

El aprendizaje de la lectura tiene uno de sus primeros impactos en la modificación del span perceptivo, es decir, la región del campo visual alrededor del punto de fijación de la que se extrae información útil (Marx, Hutzler, Schuster, & Hawelka, 2016; Sperlich, Meixner, & Laubrock, 2016; Rayner, 1998). Aunque esta afirmación es controvertida en el campo de las dificultades del aprendizaje de la lectura (Franceschini, Gori, Ruffino, Pedrolli, & Facoetti, 2012), lo cierto es que cuando un lector adquiere fluidez en esta habilidad, aprende que la nueva información útil se obtiene, en el caso de sistemas alfabéticos de lectura de izquierda a derecha, por el flanco derecho a medida que las fijaciones se desplazan a través del texto. Este fenómeno de asimetría atencional y perceptiva se observó mediante la técnica de movimientos oculares demostrando que la región de la que se extrae información efectiva durante la lectura se extiende entre 14 y 15 caracteres a la derecha de la fijación y 3 o 4 en dirección opuesta (Rayner, 1998; McConkie, & Rayner, 1975). Dicha asimetría depende de la dirección de la lectura y ha sido constatada también a la inversa en un estudio de ERPs en el que se compararon lectores bilingües de inglés y de hebreo (Barber, Ben-Zvi, Bentin, & Kutas, 2011).

Cuando leemos no podemos evitar extraer el significado de la palabra que miramos (Stroop, J. R., 1935). Sin embargo, dado que sabemos que extraemos información de una región efectiva que subtiende aproximadamente 5° a la derecha de una palabra fijada en el plano horizontal, existe controversia al respecto de si es posible procesar semánticamente dos

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

palabras a la vez durante una fijación (para una revisión de los efectos con la técnica de registro de movimientos oculares ver Schotter, Angele, & Rayner, 2012). En otras palabras, si durante la lectura, cuando fijamos con la mirada una palabra, percibimos parafovealmente otra palabra, ¿la percepción parafoveal de palabras también activa el significado de las palabras percibidas en esta región del campo visual?, y ¿esta activación ocurre en paralelo al procesamiento de la palabra fijada o de manera serial?

Este aspecto resulta de especial interés puesto que afecta a las predicciones de los modelos de control oculomotor durante la lectura. En concreto, el modelo EZ-Reader (Reichle, Warren, & McConnell, 2009; Reichle & Sheridan, 2014) postula que el procesamiento de la palabra en la región parafoveal se inicia una vez que se ha alcanzado un nivel suficiente de activación léxica de la palabra fijada (n). Llegado ese momento, se produce un desplazamiento de la atención hacia la palabra parafoveal (n+1) y dependiendo principalmente de variables como la frecuencia de la palabra foveal, se iniciaría su procesamiento. Por otro lado, modelos como el SWIFT (Engbert, et al., 2002; Engbert, & Kliegl, 2011), asumen que la atención se distribuye a través del span perceptivo y el nivel de procesamiento de las palabras que abarca depende de la excentricidad y la longitud de las palabras, además de su frecuencia y predictibilidad. En este sentido, el span perceptivo se distribuye espacialmente permitiendo el procesamiento de varias palabras en paralelo a un ritmo decreciente con la excentricidad de la información con respecto al punto de fijación foveal.

Estudios al respecto parten de evidencia encontrada principalmente con la técnica del registro de movimientos oculares, donde se ha estudiado en gran medida el impacto que tiene la información parafoveal sobre el procesamiento de la palabra foveal (efecto parafoveal en la

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

fóvea), y el impacto de la información procesada parafovealmente sobre la siguiente palabra fijada (beneficio de la vista previa parafoveal). A partir del estudio realizado por Henderson y Ferreira (1990), se planteó la hipótesis de la carga foveal. Esta hipótesis postula que el tamaño del span perceptivo se modula en función de la carga de procesamiento de la palabra fijada. En este trabajo se mostraba que la frecuencia de la palabra fijada, modulaba el nivel de procesamiento parafoveal. Mediante el paradigma de límite, de manera contingente a la sácada hacia la palabra $n+1$, manipularon la vista previa parafoveal variando entre una vista previa válida (libro-libro), visualmente similar (lidna), o visualmente diferente (nqsr). La carga foveal de la palabra pre-target fue manipulada mediante su frecuencia léxica. Con esta manipulación comprobaron que cuando la vista previa parafoveal ($n+1$) era válida y visualmente similar, y la palabra pre-target (n) de alta frecuencia, los lectores mostraron tiempos de fijación significativamente menores en comparación a la vista previa visualmente diferente. Concluyeron que cuando la carga de procesamiento foveal era baja, el span perceptivo era mayor con respecto a la condición de alta carga foveal, permitiendo un beneficio de la vista previa parafoveal.

La evidencia ha puesto de manifiesto que existe un procesamiento superficial de la información parafoveal, incluyendo por ejemplo la longitud de las palabras (Henderson, & Ferreira, 1990), o la posición de las letras (Johnson, Perea, y Rayner, 2007). También se han demostrado efectos ortográficos o efectos debidos a la activación de códigos fonológicos a partir de la información procesada parafovealmente (Pollatsek, Lesch, Morris, y Rayner, 1992). Pocos estudios sin embargo han encontrado evidencia de la influencia parafoveal en la fóvea de tipo semántico (Kennedy, 1998; Kennedy, & Pynte, 2005), y principalmente a través de grandes corpus de textos.

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Con la técnica de ERPs, Baccino y Manunta (2005), llevaron a cabo un experimento en el que los participantes leían pares de palabras que podían estar semánticamente relacionados o no relacionados con la palabra en visión foveal. En ese experimento usaron el rastreador ocular para seleccionar ensayos en función de la duración de la fijación y obtener los ERPs asociados a la lectura de los pares de palabras antes de que la sácada tuviera lugar. Los resultados indicaron un efecto semántico (efecto parafoveal en la fóvea) en el rango temporal del componente P2. Sin embargo, este efecto no pudo ser replicado en otro estudio usando un paradigma similar, aunque sí que se encontró un efecto de lexicalidad (palabra versus no palabra), en latencias similares (Simola, Holmqvist, & Lindgren, 2009). Es importante destacar que estos estudios limitaron sus análisis a componentes tempranos (<300 ms después de la presentación del estímulo), excluyendo el componente N400 y posteriores que pueden ser índices más adecuados de integración semántica. Pernet, Uusvuori, y Salmelin (2007) llevaron a cabo un experimento de facilitación (priming) parafoveal y foveal con el fin de comparar estos efectos a nivel conductual y neurofisiológico. El estudio se llevó a cabo usando la técnica de registro de la actividad cerebral magnética (magnetoencefalografía, MEG en adelante), mediante la cual pudieron identificar los correlatos neurales del efecto de facilitación (*priming*). En el estudio se llevaron a cabo dos experimentos, uno conductual y otro con la técnica MEG. En el experimento de MEG manipularon el tipo de *priming*, (congruente: palabra/palabra vs no palabra/palabra) y la localización del prime en el campo visual (foveal, parafovea derecha, parafovea izquierda). En el estudio conductual también se manipuló el retraso entre la presentación del prime y target (50 vs 100 ms), pero curiosamente solo hubo efectos cuando el retraso entre prime y target fue de 50 ms en el priming parafoveal derecho mientras que no hubo diferencias debidas a esta manipulación en

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

el factor priming foveal. En el experimento de MEG no se manipuló el retraso entre prime y target, solo hubo un retraso de 50 ms. Sus resultados indican que los efectos de las palabras presentadas parafovealmente fueron detectados en el hemisferio izquierdo a diferencia de los efectos bilaterales para la facilitación foveal. Además, no hubo efecto cuando el prime se presentó en el hemisferio izquierdo, solo hubo efecto cuando el prime fue presentado en el campo visual derecho. Este estudio muestra la misma asimetría observada en el estudio de Barber y colaboradores (2011) de acuerdo con la preferencia del campo visual derecho impuesta por el sistema de escritura occidental. Hubo un efecto de la facilitación parafoveal en la condición de no palabra solo cuando se presentaron en el hemisferio izquierdo sugiriendo procesos diferentes entre hemisferios. La condición de no palabra solo puede beneficiarse de una facilitación perceptiva, a diferencia de una facilitación con palabras, en la que el beneficio puede ser perceptivo y conceptual. Sus resultados confirman este planteamiento: el hemisferio izquierdo procesa la vista previa que se muestran en la parafovea derecha cuando se trata de una palabra. Este efecto se observó a partir de los 160 ms después del inicio del target foveal facilitando su procesamiento. El análisis de las fuentes sitúa este efecto en el cortex occipito-temporal izquierdo y en la corteza temporal superior. Estos efectos se sitúan en el curso temporal del procesamiento léxico y fonológico (Pernet, Celsis, & Demonet, 2005; Cohen, Dehaene, Naccache, Lehéricy, Dehaene-Lambertz, Hénaff, & Michel, 2000), aunque la mayor controversia se da con respecto al nivel de integración de la información semántica percibida en la parafovea y su influencia en el procesamiento de la palabra en visión foveal. Este será el objeto de estudio en el presente experimento.

Mediante la presentación de triadas de palabras, estudiaremos el nivel de procesamiento parafoveal durante la lectura de la palabra central, manipulando la vista previa del flanco

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

derecho y la carga de procesamiento foveal. Utilizando el registro de EEG y el control de los movimientos oculares mediante el paradigma de control de la mirada, la vista previa del flanco derecho variará en función de tres condiciones experimentales definidas por su relación con la palabra central: a) palabra repetida b) semánticamente relacionada y c) palabra no relacionada con la central. Además, la carga de procesamiento de la palabra central variará de acuerdo a la manipulación de su frecuencia léxica. Los ERPs asociados a la presentación de las tríadas serán analizados con especial atención al componente N400. El componente N400 se interpreta como un índice del intento automático del sistema de comprensión del lenguaje de acceder a un significado a través de la activación de las redes semánticas (Laszlo & Federmeier, 2014). De este modo hipotetizamos que cuando la carga de procesamiento foveal sea baja (alta frecuencia léxica), el componente N400 será más negativo para la condición de vista previa no relacionada, en comparación a la relacionada y repetida. En condiciones de alta carga foveal el span perceptivo se estrechará debido a las demandas de procesamiento foveal y no encontraremos diferencias entre los niveles del factor vista previa. La Figura 5 ilustra las predicciones de este experimento.

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

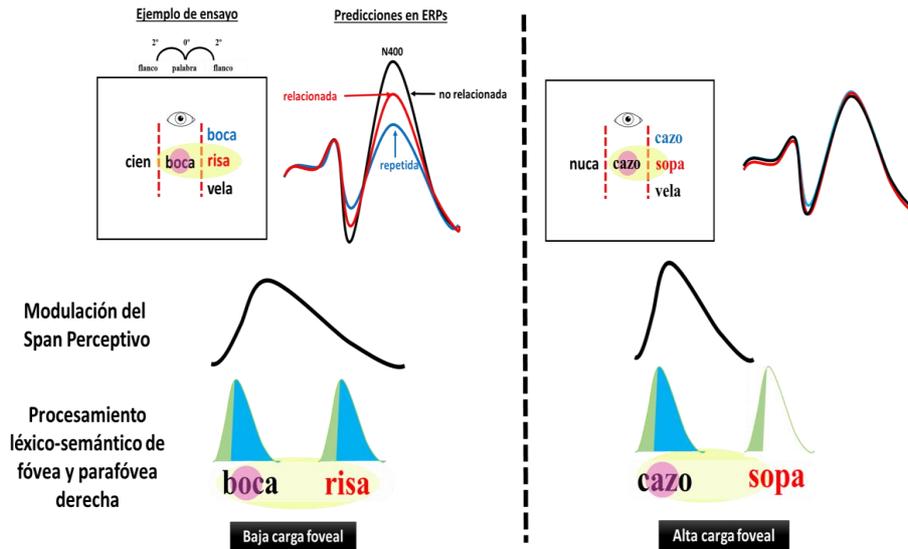


Figura 5. Predicciones sobre la manipulación de la carga foveal y la vista previa parafoveal.

3.1.3. Método

3.1.3.1. Participantes

Veinte nueve estudiantes (22 mujeres, de 18 a 32 años de edad, $M=21$) de la Universidad de La Laguna participaron en el experimento a cambio de una compensación por participar en experimentos en las siguientes asignaturas: pensamiento y lenguaje, motivación y emoción y, atención y percepción. Los participantes tenían español como primera lengua, eran sin historial de daño neurológico y diestros, de acuerdo a una versión española del Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971; $LQ > 50$).

3.1.3.2. Estímulos y paradigma experimental

Los estímulos experimentales utilizados fueron 450 triadas de palabras de los cuales 384 incluían pares relacionados semánticamente según el corpus Normas de Asociación Libre en Español, de la Universidad de Salamanca (Fernández, Díez, Alonso & Beato, 2004; www.usal.es/gimc/nalc), y 66 pares sin relación semántica y compuestos por nombres de animales como palabras presentadas en posición central que actuarían de relleno para la tarea. El diseño experimental estaba compuesto por 2 factores de medidas repetidas: CARGA FOVEAL y VISTA PREVIA PARAFOVEAL. El factor *carga foveal* fue manipulado mediante la frecuencia léxica de la palabra central, con dos niveles, baja carga foveal (alta frecuencia léxica) y alta carga foveal (baja frecuencia). La palabra central estaba flanqueada por dos palabras, una en el campo visual parafoveal derecho y otra en el izquierdo (ver Figura 6 para un ejemplo de ensayo). El factor *vista previa parafoveal* tenía 3 niveles. Mientras que en el flanco izquierdo siempre aparecía una palabra no relacionada, el flanco derecho variaba de acuerdo a tres condiciones experimentales definidas por la relación semántica con la palabra del centro: a) semánticamente relacionada (según el corpus de Fernández et al., 2004), b) no relacionada semánticamente (según un estudio previo recogiendo respuestas de 40 estudiantes), c) repetida. La tarea que realizaron los participantes fue una tarea Go/no-Go (Donders, 1868; Gómez, Ratcliff, & Perea, 2007), en la que se debía pulsar una tecla cuando la palabra central era un animal (Go), de manera que sólo se analizaron los ensayos que no requerían respuesta explícita (noGo).

El factor CARGA FOVEAL, se manipuló de acuerdo al parámetro frecuencia léxica logarítmica ($\log_{10}(\text{logFreq})$: logaritmo en base 10 del número total de veces que aparece la palabra en el corpus más 1) de la base de datos EsPal, (Duchon et al., 2013). La mitad de los pares

(atendiendo a la palabra de cada par que se presentaba en posición central) fueron de alta frecuencia léxica ($M=2.1$ y $SD=0.3$) y la otra mitad de baja frecuencia ($M=0.5$ y $SD=0.2$). Ningún participante vio alguna palabra más de una vez. Todas las palabras tuvieron una longitud de entre 4 y 7 letras ($M=5.6$ letras para las palabras de alta frecuencia, y $M=5.7$ para las palabras de baja frecuencia). Se controlaron las variables longitud, vecindario ortográfico y frecuencia del primer bigrama de manera que no hubiera diferencias significativas entre las dos condiciones de *carga foveal*, ni en general, ni entre las respectivas subdivisiones de estas palabras para crear tres listas de contrabalanceo combinando cada palabra en la fovea en el flanco derecho con distintas palabras según las tres condiciones del factor *vista previa parafoveal*. El control de las mismas variables– incluyendo además la frecuencia léxica y el grado de relación semántica con la palabra en la fovea se aplicó a la hora de seleccionar las palabras presentadas como pares en el flanco derecho a través de las distintas condiciones de carga foveal. Las respectivas combinaciones fueron balanceadas entre participantes de manera que el mismo número de participantes leyese cada palabra en la fovea acompañada por una palabra, a) semánticamente relacionada, b) semánticamente no relacionada, c) repetida. Entre las tres condiciones del factor *vista previa parafoveal* se controlaron la frecuencia léxica, la longitud, el vecindario ortográfico y la frecuencia del primer bigrama de las palabras en el flanco derecho, en general, y dentro de cada nivel del factor carga foveal. Además, las palabras del flanco derecho siempre tenían la misma longitud y categoría sintáctica que las palabras en la fovea.

3.1.3.3. Aparatos y Procedimiento

3.1.3.3.1. Registro de EEG y MO

El EEG fue registrado mediante veintisiete electrodos Ag/AgCl montados en un gorro elástico según el sistema 10-20 (EasyCap, www.easycap.de) referenciados al mastoide izquierdo. Cuatro electrodos adicionales, dos en el canto externo de cada ojo y dos en las regiones infra y supra orbital del ojo derecho, permitiendo una grabación bipolar del electro-oculograma horizontal y vertical. El registro de la actividad eléctrica fue grabado, amplificado y procesado usando el programa BrainVision (www.brainproducts.com) en un ancho de banda de 0.01-100 Hz, y con una tasa de muestreo de 500 Hz. Las impedancias se mantuvieron por debajo de los 5 k Ω (electro-oculograma <10 k Ω). El registro de datos fue filtrado fuera de línea con un filtro pasa-banda de 0.1-30 Hz, y referenciado a una media algebraica de la actividad de los dos mastoides.

Los movimientos oculares fueron registrados con un rastreador ocular EyeLink II 1000 (SR Research Ltd., Ontario, Canada), con una tasa de muestreo de 1000 Hz y una resolución espacial de 0.01°. Para cada muestra de datos, el algoritmo que analiza las sácadas calculaba la velocidad y aceleración, y comparaba el resultado con el criterio umbral del sistema (30 deg/s y 8000 deg/s); el umbral de distancia usado para la identificación de la sácada fue de 0.1°. La calibración se llevó a cabo mediante una plantilla estándar de 9 puntos. Ambos sistemas fueron sincronizados mediante el envío de pulsos TTL (transistor-transistor-logic) enviados desde el ordenador de presentación hasta el rastreador de ojos a través de un cable de red y a través de puerto paralelo hasta el sistema

de grabación EEG. El registro de movimientos oculares sirvió para la presentación de los ensayos de manera contingente a la detección de la mirada del participante en el centro de la pantalla y asegurarnos de la percepción parafoveal de la palabra situada en el flanco derecho. Los límites invisibles se colocaron a una distancia del punto de fijación de 1.8° de arco. La Figura 6 muestra el esquema de la programación del paradigma de control de la mirada en la palabra central.

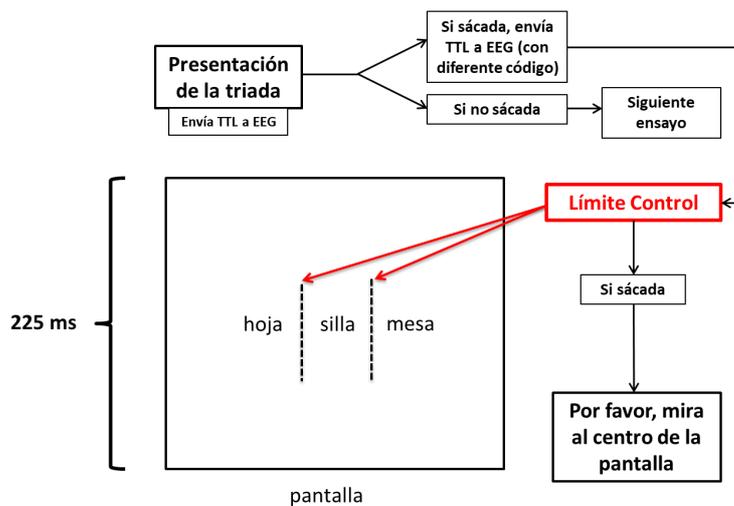


Figura 6. Esquema que ilustra el envío de pulsos en el contexto de un ensayo experimental con el paradigma de control de la mirada

3.1.3.3.2. Procedimiento

Cada participante estaba sentado a una distancia de 60 cm del monitor (Eizo Foris de 23 pulgadas, resolución: 1024 x 768 pixels, tasa de refresco vertical de 120 Hz). Las palabras fueron presentadas en Courier New monoespaciada en color negro sobre fondo blanco mediante el programa Experiment Builder (SR Research Ltd., Canada). Las triadas se presentaron en minúscula con un tamaño de 14 puntos. La distancia entre el centro de la palabra foveal y el borde izquierdo de la palabra del flanco derecho fue de 2° de ángulo visual. La secuencia de eventos en cada ensayo fue la siguiente (ver Figura 7): 1) cruz de fijación en el centro de la pantalla, 2) una vez estabilizada la fijación sobre la cruz y detectada por el rastreador, la cruz de fijación reduce su tamaño como indicador para el inicio del ensayo, 3) se presenta la triada de palabras durante 225 ms, 4) si durante la presentación de la triada, el participante desplaza su mirada hacia una de las palabras situadas en los flancos, el ensayo finaliza y aparece un mensaje de aviso en el monitor indicando que se debe mirar al centro de la pantalla. Al mismo tiempo se envía un código mediante un pulso TTL a través del puerto paralelo para descartar ese ensayo, 5) si el participante mantenía la mirada en la palabra presentada en el centro del monitor durante los 225 ms de presentación, el ensayo se consideraba válido. El participante podía responder a la tarea desde la presentación de la triada.

El tiempo de presentación de las triadas fue de 225 ms emulando los tiempos medios de la primera fijación en el contexto de lectura de frases o textos (Rayner, 1998). Los ensayos aptos para el análisis fueron aquellos libres de respuesta (ensayos No-Go) y en

ausencia de sácadas. Se construyeron 3 listas de contrabalanceo de acuerdo a las tres condiciones experimentales del factor VISTA PREVIA de modo que cada par relacionado variaba en las condiciones restantes. Para cada participante, los pares de palabras se presentaron aleatoriamente. En total, cada participante vio 450 triadas de palabras y la sesión experimental duró 90 minutos aproximadamente.

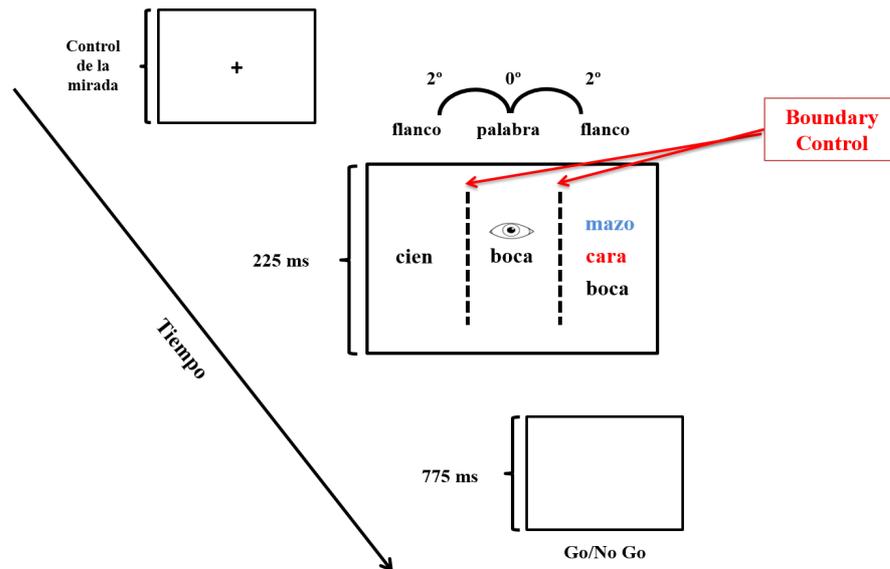


Figura 7 Ejemplo de presentación de un ensayo. Las palabras mostradas como vista previa parafoveal representan las diferentes condiciones que se manipulan en el factor. El color azul hace referencia a la vista previa no relacionada, el rojo a la condición relacionada semánticamente y el negro a la condición repetida.

3.1.3.4. Análisis de los datos de EEG

Previamente al análisis estadístico se eliminaron del registro EEG todos los ensayos en los que algún participante realizara sácad. Los datos fueron segmentados y pre-procesados usando el software BrainAnalyser 2.0 (www.brainproducts.com). Los artefactos oculares se extrajeron del registro aplicando un análisis de componentes independientes para la identificación de los parpadeos (ICA). Otros artefactos del EEG fueron corregidos semiautomáticamente con valores de rechazo ajustados para cada participante. El segmento correspondiente a la presentación de cada triada fue de -100 a 600 ms. Se llevó a cabo una corrección de línea base partiendo de los 100 ms antes de la presentación de las triadas de palabras.

La amplitud media de los ERPs de la ventana temporal seleccionada fue analizada mediante ANOVA con los factores VISTA PREVIA (relacionado, no relacionado y repetida), FRECUENCIA LÉXICA (alta y baja), y el factor topográfico ELECTRODO. Para este factor, se calcularon nueve grupos diferentes donde cada grupo estuvo compuesto por 3 electrodos: anterior-izquierda (Fp1, F7, F3), central-izquierda (FC5, T7, C3), posterior-izquierda (CP5, P7, P3), anterior-derecha (Fp2, F8, F4), central-derecha (T8, C4, FC6), posterior-derecha (CP6, P8, P4), anterior-central (Fz, FC1, FC2), medial-central (Cz, CP1, CP2), y medial-posterior (Pz, O1, O2). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo usando el programa R (<http://www.rproject.org>), y la caja de herramientas ULLRToolbox (<https://sites.google.com/site/ullrtoolbox/>). Todos los análisis se llevaron a cabo atendiendo a la prueba de esfericidad de Mauchly (1940), corrigiendo las violaciones de esfericidad en

los casos en que resultó significativo el test. El alfa se corrigió atendiendo al criterio más conservador, el valor ϵ de Greenhouse-Geisser.

3.1.4. Resultados

3.1.4.1. ERPs asociados con la presentación de las triadas.

La inspección visual de los ERPs muestra 3 componentes identificados como N1, P2 y N400 en respuesta a la presentación de las triadas de palabras en electrodos mediales y anteriores. La Figura 8 muestra los grandes promedios asociados a las condiciones repetida, relacionada y no relacionada del factor VISTA PREVIA en la condición baja carga foveal (Gráfica A), y alta carga foveal (Gráfica B). En la Figura 9 y 10 se muestran una selección de electrodos (anteriores-centrales-posteriores), para las dos condiciones del factor carga foveal en donde se puede apreciar que las diferencias se dan principalmente en electrodos frontales, y mediales del hemisferio izquierdo para la condición de baja carga foveal. En la Figura 8A (condición baja carga foveal), a partir de los 150 ms se observa una mayor positividad para la condición repetida, seguida de la condición relacionada y no relacionada semánticamente. Más tarde, en torno a los 350 ms se aprecia en las mismas regiones topográficas una modulación del componente N400 del factor VISTA PREVIA observándose una mayor negatividad para la condición no relacionada, seguida de la relacionada y repetida. Como se puede apreciar en la Figura 8B, en la condición de alta carga foveal no hay evidencia de influencia del factor VISTA PREVIA. Sin embargo, en electrodos centrales y posteriores se observan diferencias en el componente P200 asociado a la condición repetida (Figura 10). Estas observaciones se confirman mediante el ANOVA de medidas repetidas.

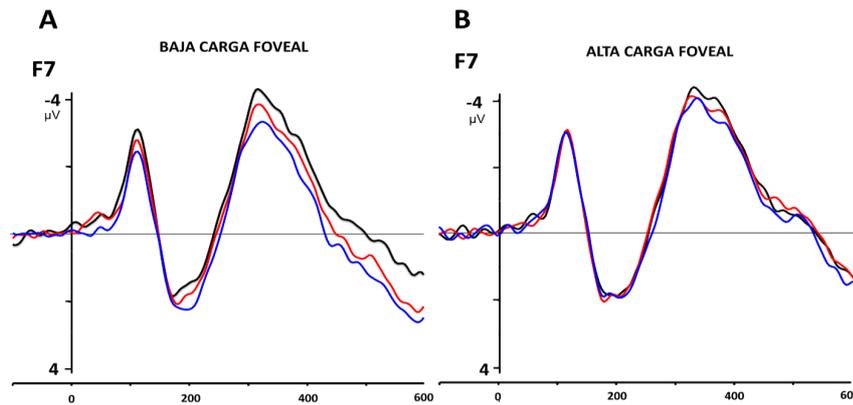


Figura 8. ERPs asociados a la presentación de las triadas. La gráfica A muestra el efecto de las tres condiciones experimentales de vista previa parafoveal en la condición de baja carga foveal. La figura B muestra el efecto de la vista previa en la condición de alta carga foveal.

3.1.4.1.1. Ventana P200: 150-230 ms

El ANOVA en esta ventana temporal mostró un efecto principal marginal del factor VISTA PREVIA, $F(2,56)=2.56$, $p<0.07$, $\eta_p^2=0.08$. Encontramos la mayor positividad asociada a la condición repetida, seguida de la relacionada y no relacionada (0.38 vs 0.25 vs 0.11 μV respectivamente). Los contrastes post-hoc muestran que una diferencia significativa se encontró entre la condición repetida y no relacionada, $t(28)=2.30$, $p<0.02$. Además, encontramos una triple interacción entre los factores CARGA FOVEAL x VISTA PREVIA x ELECTRODO, $F(16,448)=2.01$, $p<0.01$, $\eta_p^2=0.06$, $\epsilon=0.08$. Esta triple interacción, sin embargo, viola el supuesto de esfericidad y la corrección de los grados de libertad resultó en

una tendencia significativa de dicho efecto. Los contrastes post-hoc en cada área topográfica, a pesar de las limitaciones debidas a la falta de esféricidad, mostraron que las diferencias se encontraban entre la condición repetida (1.2 μV) versus no relacionada (0.9 μV) en electrodos frontales del hemisferio izquierdo cuando la carga foveal era baja: $t(28)=1.93$, $p<0.06$. Además, en la condición de alta carga foveal encontramos un efecto significativo cuando la vista previa era repetida (-0.41 μV) en comparación a la no relacionada (-0.84 μV), en electrodos posteriores centrales y posteriores derechos: $t(28)=2.15$, $p<0.04$ y $t(28)=1.86$, $p<0.07$ respectivamente.

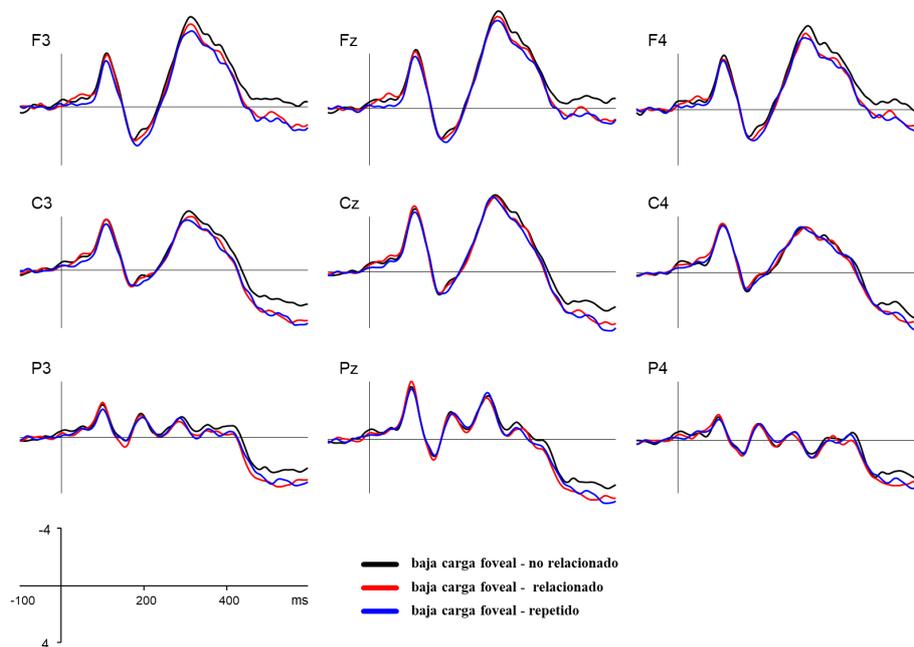


Figura 9. Gran promedio de las tres condiciones del factor vista previa en la condición de baja carga foveal.

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

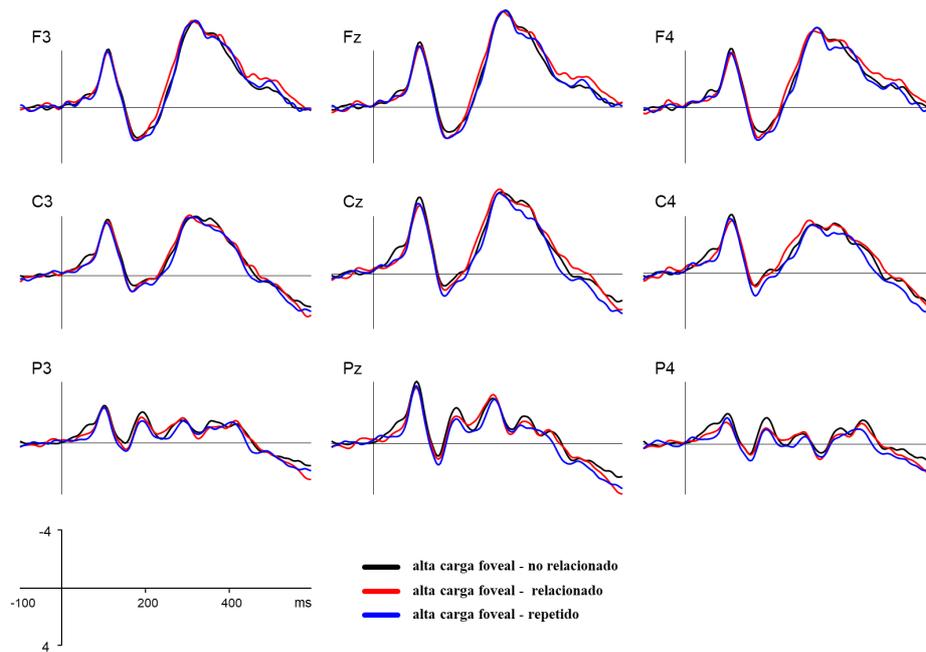


Figura 10. Gran promedio de las tres condiciones del factor vista previa en la condición de alta carga foveal.

3.1.4.1.2. Ventana N400: 300-500 ms

El ANOVA en esta ventana temporal mostró un efecto principal del factor CARGA FOVEAL, $F(1,28)=18.32$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.39$, siendo más negativa la condición de alta carga foveal (-2.38 versus -1.64, respectivamente), un efecto principal marginal del factor VISTA PREVIA, $F(2,56)=2.75$, $p<0.07$, $\eta_p^2=0.08$, donde la condición no relacionada fue más negativa, seguida de la relacionada y repetida (-1.6 versus -1.3 versus -1.2 μV , respectivamente). Este efecto resulta marginal y la diferencia significativa viene determinada

por el contraste entre la condición repetida frente a no relacionada, $t(28)=2.36$, $p<0.02$. Encontramos una doble interacción entre el factor CARGA FOVEAL x ELECTRODO, $F(8,224)=3.22$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.10$, manteniendo diferencias significativas en todos los niveles del factor topográfico ($t >3$ para todas las comparaciones par a par), y mostrando la condición de alta carga foveal la mayor negatividad en electrodos centrales y posteriores del hemisferio izquierdo. Además, la triple interacción entre los factores CARGA FOVEAL x VISTA PREVIA x ELECTRODO, resultó significativa, $F(16,448)=1.75$, $p<0.01$, $\eta_p^2=0.05$, $\epsilon=0.05$. Las comparaciones post-hoc en cada área topográfica mostraron que cuando la CARGA FOVEAL fue baja, la condición de VISTA PREVIA no relacionada se diferenciaba de la relacionada y repetida, y que estas diferencias se encuentran en electrodos frontales-izquierda y centrales-izquierda. La Tabla 1 muestra los valores t, grados de libertad y valores p de los contrastes pos-hoc que resultaron significativos. En la Tabla 2 se muestran las medias de voltaje de los 3 factores de medidas repetidas.

Tabla 1. Valores t, grados de libertad y valores p de los contrastes pos-hoc significativos en la triple interacción CARGA FOVEAL x VISTA PREVIA x ELECTRODO en la ventana N400.

| Nivel ELECTRODO | de Comparación | t | df | p.hocberg |
|---------------------|----------------|------|----|-----------|
| anterior-izquierda | RL-NR | 2,38 | 28 | 0,02 |
| | RP-NR | 3,05 | 28 | 0,01 |
| anterior-central | RL-NR | 1,83 | 28 | 0,07 |
| | RP-NR | 2,24 | 28 | 0,03 |
| anterior-derecha | RP-NR | 2,65 | 28 | 0,01 |
| central-izquierda | RL-NR | 2,04 | 28 | 0,05 |
| | RP-NR | 2,74 | 28 | 0,01 |
| central-medial | RL-NR | 1,72 | 28 | 0,09 |
| posterior-izquierda | RL-NR | 1,98 | 28 | 0,05 |

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Tabla 2. Medias de voltaje en las distintas condiciones de VISTA PREVIA en los diferentes niveles del factor ELECTRODO por la ventana N400: 300-500.

| | Vista Previa | anterior-izquierda | anterior-central | anterior-derecha | central-izquierda | central-medial | central-derecha | posterior-izquierda | posterior-central | posterior-derecha |
|-------------------|--------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Baja Carga Foveal | NR | -2,88 | -3,05 | -2,63 | -1,63 | -1,32 | -1,03 | 0,04 | 0,36 | 0,94 |
| | RL | -2,20 | -2,37 | -2,11 | -1,14 | -0,73 | -0,77 | 0,50 | 0,73 | 1,08 |
| | RP | -1,99 | -2,26 | -1,88 | -0,92 | -0,85 | -0,79 | 0,42 | 0,65 | 0,97 |
| Alta Carga Foveal | NR | -3,30 | -4,07 | -3,07 | -2,27 | -2,48 | -1,92 | -0,53 | -0,22 | 0,03 |
| | RL | -2,97 | -3,59 | -2,66 | -2,03 | -2,11 | -1,63 | -0,50 | -0,12 | 0,15 |
| | RP | -3,05 | -3,66 | -2,96 | -2,30 | -2,53 | -1,93 | -0,68 | -0,52 | -0,23 |

3.1.4.1.3. Ventana 500-600 ms

El ANOVA en esta ventana temporal mostró un efecto principal de CARGA FOVEAL, $F(1,28)=40.24$, $p<0.01$, $\eta_p^2=0.58$, siendo más negativa la condición de alta carga foveal ($0.34 \mu V$ versus $1.79 \mu V$ respectivamente), un efecto principal de VISTA PREVIA, $F(2,56)=5.61$, $p<0.01$, $\eta_p^2=0.16$, donde los valores de voltaje se mantienen más negativos para la condición no relacionada frente a relacionada $t(28)=2.44$, $p<0.02$, y repetida $t(28)=3.36$, $p<0.01$. En consonancia con las diferencias encontradas en la ventana del componente N400, los efectos permanecen y se acrecientan. Este resultado se observa en una triple interacción entre los factores CARGA FOVEAL x VISTA PREVIA x ELECTRODO, $F(8,352)=3.4$, $p<0.002$, $\eta_p^2=0.07$. Las comparaciones post-hoc sitúan los efectos en las áreas topográficas anterior-izquierda, centrales-medial y central-izquierda cuando la CARGA FOVEAL era baja, y estas diferencias se dan en las comparaciones de vista previa no relacionada frente a relacionada, $t(28)=3.38$, $p<0.01$, y repetida, $t(28)=4.56$, $p<0.001$). Estas diferencias se mantienen significativas en el grupo anterior-central, y central-izquierda para ambas comparaciones y en la misma dirección.

3.1.5. Discusión

El objetivo principal de este experimento iba dirigido al estudio de la modulación del span perceptivo en función de la carga foveal y las posibles consecuencias en cuanto a efectos semánticos de la vista previa parafoveal. Como en el trabajo de Henderson y Ferreira (1990), aunque con un paradigma experimental distinto, esperábamos que la carga foveal manipulada mediante la frecuencia léxica modularía el span perceptivo permitiendo un mayor nivel de procesamiento de la vista previa parafoveal en la condición de baja carga foveal.

A partir de nuestro diseño experimental, hemos podido estudiar el efecto del procesamiento parafoveal en el procesamiento foveal y el modo en que el tipo de palabras en la fovea modulan el nivel de integración de las representaciones de las palabras que abarcan el span perceptivo.

A pesar de las restricciones del paradigma experimental en cuanto a la tarea, puesto que las palabras presentadas en la parafovea no eran necesarias para resolver la tarea, los análisis han revelado un efecto temprano de la vista previa parafoveal a partir de los 150 ms en el que se disocia la vista previa repetida de la semánticamente no relacionada. Esto es coherente con el estudio de Baccino y Manunta (2005), en el que demostraron que partir de los 150 ms se podía observar el primer impacto de la vista previa parafoveal. En nuestro experimento, el componente P200 fue más positivo cuando la palabra en la vista previa parafoveal era idéntica a la palabra en visión foveal (condición repetida), en comparación a la vista previa semánticamente no relacionada. Por lo tanto, esta influencia temprana muestra indicios de efectos ortográficos parafoveales en la fovea, y sugiere por lo menos que estos podrían ser debidos a un tipo de procesamiento semántico temprano. Este resultado hay que interpretarlo

por tanto con cautela puesto que no encontramos diferencias significativas en esta latencia entre las condiciones relacionada y no relacionada. Por lo tanto, esta influencia temprana muestra indicios de efectos semánticos parafoveales en la fovea, y sugiere por lo menos que estos podrían ser debidos a un tipo de procesamiento semántico temprano puesto que 200 ms después de la presentación de la palabra en la fovea, debido a que la condición repetida solo se distinguió en el componente P200 de la condición semánticamente no relacionada pero no de la relacionada. Este resultado hay que interpretarlo por tanto con cautela puesto que o encontramos diferencias significativas en esta latencia entre las condiciones relacionada y no relacionada. En tareas de lectura, en general, el componente P200 ha sido asociado con la activación de representaciones léxicas, con amplitudes más positivas para palabras frecuentes en comparación con palabras infrecuentes o atípicas (Dambacher, Kliegl, Hofmann, & Jacobs, 2006; Lei, Li, Long, Chen, & Li, 2010). Por lo tanto, este resultado puede ser interpretado como un primer efecto del procesamiento de la palabra situada en visión parafoveal al nivel léxico. Este resultado es interesante puesto que como esperábamos, el efecto observado se dio en la condición de baja carga foveal principalmente. En la condición de alta carga foveal solo mostraba una tendencia. En este sentido, el resultado apoyaría la hipótesis del impacto de la carga foveal sobre la eficacia en el procesamiento parafoveal.

El aspecto central de este experimento reside en comprobar la capacidad del sistema cognitivo para procesar simultáneamente el significado de las palabras que abarcan el span perceptivo. Los análisis realizados en la ventana N400 revelan que el efecto de la palabra situada en visión parafoveal no estaba limitado a la condición de repetición. La interacción entre la vista previa y la carga foveal mostró una diferencia entre la vista previa semánticamente relacionada y la vista previa no relacionada en condiciones de baja carga

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

foveal. En otras palabras, una palabra en visión parafoveal relacionada semánticamente con la palabra en visión foveal provocó una menor negatividad en el componente N400 en comparación con la condición de vista previa no relacionada. Del mismo modo, las diferencias entre la condición de repetición y no relacionada mostraron diferencias en el componente N400 sin que hubiese diferencias, por otro lado, entre las condiciones repetida y semánticamente relacionada.

Estos resultados muestran diferencias al respecto de estudios previos (Barber et al., 2010; 2011; Barber, van der Meij & Kutas, 2013), que han estudiado el impacto de la información parafoveal durante la lectura. En el presente experimento se demuestra que en condiciones de baja carga foveal, la representación semántica de una palabra situada en visión parafoveal puede ser procesada. Este resultado amplía los estudios que proponen que la carga foveal determina el grado de procesamiento de la vista previa parafoveal (Henderson & Ferreira, 1990), especificando las condiciones y el curso temporal del procesamiento parafoveal automático. Por tanto, al menos en las condiciones experimentales de esta tarea, el componente N400 refleja el intento automático del sistema de comprensión del lenguaje de activar un significado que está siendo procesado parafovealmente.

EXPERIMENTO 1: Percepción parafoveal de palabras. Influencia de la carga foveal en el procesamiento parafoveal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

3.2. EXPERIMENTO 2. Percepción parafoveal durante la lectura de pares de palabras. Corregistro de medidas EEG y movimientos oculares.

3.2.1. Resumen

Durante la lectura, la información parafoveal puede afectar al procesamiento de la palabra actualmente fijada (efecto parafoveal en la fovea) y las palabras parafovealmente percibidas pueden beneficiarse de este pre-procesamiento cuando son fijadas posteriormente (efecto del beneficio de la vista previa). En este estudio investigamos el procesamiento parafoveal mediante el registro simultáneo de medidas de movimientos oculares y EEG. Los participantes leyeron pares de palabras que podían estar semánticamente relacionadas o no. Además, haciendo uso de un paradigma de límites (boundary paradigm), estudiamos la misma manipulación sobre la vista previa parafoveal, observando el efecto después de que los participantes desplazaran su mirada hacia la palabra target. Analizando los potenciales relacionados a eventos durante la vista previa parafoveal, observamos un efecto parafoveal en la fovea en el componente N400. Analizando los potenciales relacionados con la fijación después de la sácada hacia el target, observamos un efecto N400 relacionado con la asociación entre prime y target. De este modo, este efecto tardío interactuó con la manipulación semántica de la vista previa parafoveal, mostrando un efecto de beneficio de la vista previa de tipo semántico. Estos resultados demuestran que, al menos en las condiciones óptimas de este experimento, la información foveal y parafoveal puede ser procesada e integrada simultáneamente.

3.2.2. Introducción

A diferencia de lo que ocurre durante la percepción del habla, los receptores sensoriales de la retina son excitados por más de una representación léxica durante la lectura. Cuando una palabra (n) es fijada en la fovea, hay información adicional (como la siguiente palabra durante la lectura de frases; $n+1$), que puede ser percibida en el campo visual parafoveal. Por lo tanto, una cuestión central para entender la comprensión del lenguaje durante la lectura es la naturaleza y cantidad de información que se puede extraer de la parafovea durante cualquier fijación y cuándo y cómo la información parafoveal se integra con la información foveal. La percepción parafoveal podría influir durante la lectura al menos de dos maneras: a) puede modular el procesamiento de la palabra actualmente fijada (efecto parafoveal en la fovea), y b) puede facilitar el procesamiento de una palabra entrante ($n+1$), que ya se ha percibido parafovealmente y por lo tanto ha sido parcialmente procesada (beneficio de la vista previa).

En las últimas décadas, la investigación psicolingüística ha aumentado el conocimiento sobre el papel de la percepción parafoveal durante la lectura mediante el registro de los movimientos oculares (véase la revisión en Schotter, Angele, & Rayner, 2012), y la mayor parte de esta investigación ha utilizado el paradigma de mirada contingente. En el paradigma de límites (Rayner, 1975), las palabras $n + 1$ son manipuladas mientras se perciben en la parafovea, y durante la siguiente sácada (al cruzar un límite invisible) la palabra se cambia para ser percibida fovealmente. De este modo, la cantidad de solapamiento entre información parafoveal y foveal determinará el tamaño del beneficio de la vista previa, que es medido mediante el tiempo de fijación en $n+1$. La evidencia empírica ha sido consistente mostrando efectos del beneficio de la pre-visualización cuando la vista previa parafoveal y la palabra

target compartían características fonológicas u ortográficas. Sin embargo, la evidencia sobre los efectos de la vista previa de tipo semántico es escasa y se ha obtenido solo bajo ciertas condiciones; por ejemplo, durante la lectura de lenguas no alfabéticas (Yan, Richter, Shu & Kliegl, 2009), o usando una modificación del paradigma estándar de límites con tiempos de presentación de la vista previa parafoveal más cortos (Hohenstein, Laubrock, & Kliegl, 2010). Los resultados contradictorios con esta técnica mantienen abierta la pregunta sobre si las palabras percibidas parafovealmente son procesadas en su totalidad y sus significados son inmediatamente integrados. Evidencia empírica de efectos parafoveales en la fovea se derivan de la modulación de los tiempos de fijación de la palabra n en función de las características físicas y léxicas de $n+1$ (Vitu, Brysbaert, & Lancelin, 2004). Esta modulación de las fijaciones podría explicarse como un efecto de facilitación o como una integración de n y $n+1$ al mismo tiempo. Esta última posibilidad también plantea la cuestión más general de si el procesamiento de dos palabras adyacentes durante la lectura natural tiene lugar de manera serial o en paralelo. Aunque varios experimentos de registro de movimientos oculares han abordado esta cuestión, los resultados muestran un conflicto entre posturas seriales (Drieghe, et al., 2008), y en paralelo (Kennedy & Pynte, 2005), del procesamiento de la información foveal y parafoveal.

Existe también un interés creciente en la obtención de medidas electrofisiológicas del procesamiento parafoveal. Algunos estudios han obtenido Potenciales Relacionados a Eventos (PREs), asociados al procesamiento parafoveal en la lectura usando una modificación del paradigma *RSVP* (del inglés *Rapid Visual Serial Presentation: presentación visual serial rápida*). En el paradigma *RSVP* de palabras flanqueadas, se presentan oraciones palabra por palabra en el centro de una pantalla (para evitar movimientos oculares que

generan actividad en el EEG), pero cada palabra está flanqueada por otras dos palabras parafovealmente que pueden ser convenientemente manipuladas. Utilizando este paradigma, se encontraron efectos parafoveales en la fovea relacionados con las manipulaciones de congruencia semántica de la palabra presentada en el flanco derecho (Barber, Doñamayor, Kutas, & Münte, 2010), y este tipo de efectos parafoveales fueron modulados por variables como la dirección de la lectura (Barber, Ben-Zvi, Bentin, & Kutas, 2011), la tasa de presentación de las palabras, o la previsibilidad de las palabras parafoveales (Barber, van der Meij & Kutas, 2013). Curiosamente, algunos de estos efectos inciden en las amplitudes del componente N400, un componente que ha sido asociado tradicionalmente con el procesamiento semántico (Kutas & Federmeier, 2011). Estos efectos parafoveales observados en el componente N400 apoyan la idea de que la información semántica de las palabras parafoveales puede ser activada e inmediatamente integrada con la información foveal.

Una aproximación diferente es el registro simultáneo de EEG y movimientos oculares, y obtener Potenciales Relacionados con las Fijaciones (FRPs), alineados con el inicio de la fijación ocular (Hutzler, Braun, Vö, Engl, Hofmann, Dambacher, Leder, & Jacobs, 2007; Dimigen, Sommer, Hohlfeld, Jacobs & Kliegl, 2011; Kretschmar, Schlesewsky & Staub, 2015). Baccino y Manunta (2005), llevaron a cabo un experimento en el que los participantes leían pares de palabras que podían estar semánticamente relacionados o no. En ese experimento usaron el rastreador ocular para seleccionar ensayos en función de la duración de la fijación y obtener los ERPs asociados a la lectura de los pares de palabras antes de que la sácada tuviera lugar. Los resultados indicaron un efecto semántico (efecto parafoveal en la fovea) en el rango temporal del componente P2. Sin embargo, este efecto no pudo ser replicado en otro estudio usando un paradigma similar, aunque sí que se encontró un efecto

de lexicalidad (palabra versus no palabra), en latencias similares (Simola, Holmqvist, & Lindgren, 2009). Es importante destacar que estos estudios limitaron sus análisis a componentes tempranos (<300 ms después de la presentación del estímulo), excluyendo el componente N400 y posteriores que pueden ser índices más adecuados de integración semántica. Una situación similar se encuentra cuando comparamos estudios que han aplicado métodos de correregistro durante la lectura de frases. Mientras un estudio muestra efectos parafoveales N400 usando frases altamente predecibles (Kretzschmar, Bornkessel-Schlesewsky & Schlewsky, 2009), otros dos estudios en los que se manipulaba la predictibilidad de las palabras, encontraron una modulación del componente N400 cuando el target (n+1) fue fijado, pero no encontraron evidencia de efectos parafoveales en la fovea en las palabras pre-target (Dimigen et al. 2011; Kretzschmar et al., 2015). En otro estudio se correregistraron medidas de MO y EEG en combinación con el paradigma de límites descrito anteriormente (Dimigen, Kliegl, & Sommer, 2012). En este caso, los participantes leyeron 5 nombres de izquierda a derecha como ocurre durante la lectura normal. Las palabras target fueron precedidas por vistas previas parafoveales que podían ser (a) idénticas, (b) semánticamente relacionadas, pero ortográficamente no relacionadas, o (c) no relacionadas con los targets. Se registraron los tiempos de fijación y los FRPs con el objetivo de estudiar tanto los efectos parafoveales en fovea, como los asociados al beneficio de la vista previa. Los resultados obtenidos no mostraron efectos parafoveales en la fovea, pero si una positividad temporal-occipital entre los 200 y 280 ms y una modulación del componente N400 que diferenciaba entre la vista previa idéntica de las otras dos condiciones. Además, no se encontraron diferencias entre las dos condiciones ortográficamente no relacionadas, lo que sugiere que el significado de las palabras no contribuyó a los efectos de vista previa. Estos

efectos de vista previa han sido replicados en un reciente estudio usando el paradigma RSVP de palabras flanqueadas en chino (Li, Niefind, Wang, Sommer & Dimigne, 2015). En resumen, mientras que los datos de movimientos oculares no han establecido de manera clara la existencia de efectos parafoveales en la fovea y de vista previa parafoveal (Shotter et al., 2012), los resultados de ERPs han mostrado estos efectos usando un paradigma que evita los movimientos oculares y presenta los estímulos con un tiempo de presentación constante (Barber et al, 2010, 2012, 2013; Li et al., 2015). El uso del correregistro de medidas EEG y MO ha producido resultados mixtos, puesto que algunos estudios muestran efectos parafoveales en la fovea (Baccino & Manunta; 2005; Kretzschmar et al, 2009), y otros que no (Simola et al., 2009; Dimigen et al. 2011, 2012).

El presente experimento tiene como objetivo disociar los efectos parafoveales en la fovea y de vista previa parafoveal utilizando la combinación de medidas EEG y MO, y el paradigma de límites en una tarea de lectura de pares de palabras. Los participantes leyeron pares de palabras de izquierda a derecha y decidieron si las palabras de cada par (n y $n+1$) estaban semánticamente asociadas o no (ver Figura 11). El paradigma de límites nos permitió manipular la relación semántica entre la primera palabra (n) y la vista previa parafoveal, que fue presentada solo hasta el inicio de la sácada hacia la palabra target ($n+1$). De esta manera, el control y manipulación de la información presentada en la parafovea nos permitió establecer la aparición de efectos asociados al procesamiento postsacádico y diferenciarlo de los relacionados con la vista previa parafoveal. Aunque este enfoque no resuelve el problema del solapamiento de señales que surge en cualquier tarea de lectura en la que los participantes mueven libremente sus ojos, facilita la disociación entre los diferentes efectos y el estudio del curso temporal y sus interacciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

3.2.3. Método

3.2.3.1. Participantes

Cuarenta y cinco estudiantes (35 mujeres, de 18 a 29 años de edad, M=20). Los participantes tenían español como primera lengua, sin historial de daño neurológico y diestros, de acuerdo a una versión española del Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971; LQ > 50).

3.2.3.2. Estímulos

Los estímulos utilizados fueron trescientos sesenta pares de palabras obtenidas del corpus Normas de Asociación Libre en Español, de la Universidad de Salamanca (Fernández, Díez, Alonso & Beato, 2004; www.usal.es/gimc/nalc). La asociación semántica entre las palabras presentadas en fovea (n), la vista previa parafoveal y el target fueron manipulados mediante un diseño factorial intra sujetos de medidas repetidas que dieron como resultado cuatro condiciones experimentales.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

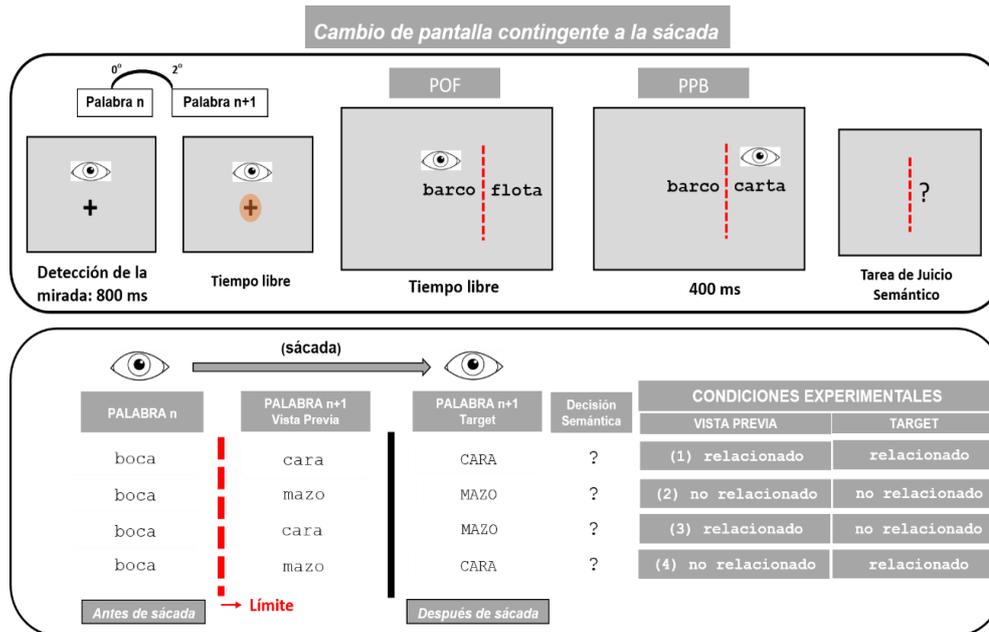


Figura 11. Esquema de la secuencia de presentación y diseño experimental del Experimento 2. En la gráfica superior se muestra la secuencia de presentación de un ensayo. La gráfica inferior muestra el diseño experimental.

La palabra relacionada presentada como vista previa o target en la posición n+1 fue usada como vista previa o target no relacionado con una palabra diferente en la posición n. Ningún participante vio cada ensayo más de una vez y cada par de palabras se presentó en las 4 condiciones experimentales. Todas las palabras tuvieron una longitud de entre 4 y 7 letras (la longitud media fue de 5.6 letras para las palabras presentadas en posición n, y 5.3 para las palabras en la condición vista previa o target). El promedio de frecuencia léxica (logFreq: logaritmo en base 10 del número total de veces que aparece la palabra en el corpus más 1), para las palabras presentadas en n fue de 1.5 (S.D = 0.59). El promedio de vecinos ortográficos para el prime y la vista previa/target fue de 6.8 (S.D = 6.7) y 9.1 (S.D = 8.2)

respectivamente (EsPal database; Duchon et al., 2013).

3.2.3.3. Aparatos y Procedimiento

3.2.3.3.1. Registro de EEG y MO

El EEG fue registrado mediante veintisiete electrodos Ag/AgCl montados en un gorro elástico según el sistema 10-20 (EasyCap, www.easycap.de) referenciados al mastoide izquierdo. Cuatro electrodos adicionales, dos en el canto externo de cada ojo y dos en las regiones infra y supra orbital del ojo derecho, permitiendo una grabación bipolar del electro-oculograma horizontal y vertical. El registro de la actividad eléctrica fue grabado, amplificado y procesado usando el programa BrainVision (www.brainproducts.com) en un ancho de banda de 0.01-100 Hz, y con una tasa de muestreo de 500 Hz. Las impedancias se mantuvieron por debajo de los 5 k Ω (electro-oculograma <10 k Ω). El registro de datos fue filtrado fuera de línea con un filtro pasa-banda de 0.1-30 Hz, y referenciado a una media algebraica de la actividad de los dos mastoides. Los movimientos oculares fueron registrados con un rastreador ocular Eye Link 1000 (SR Research Ltd., Ontario, Canada), con una tasa de muestreo de 1000 Hz y una resolución espacial de 0.01°. Para cada muestra de datos, el algoritmo que analiza las sácadas calculaba instantáneamente la velocidad y aceleración, y comparaba el resultado con el criterio umbral para velocidad y aceleración del sistema (30 deg/s y 8000 deg/s); el umbral de distancia usado para la identificación de la sácada fue de 0.1°. La calibración se llevó a cabo mediante una plantilla estándar de 9 puntos. Ambos sistemas fueron sincronizados mediante el envío de pulsos TTL desde el rastreador de ojos hasta el equipo de grabación EEG. Debido a las diferencias de tasa de muestreo usadas en ambos sistemas (500 Hz versus 1Khz), la sincronización fue verificada fuera de línea

analizando la correlación entre los pulsos enviados al EEG y el registro de tiempos de fijación del rastreador de ojos ($r=0.97$; $p=0.01$), y confirmando que las desviaciones fueron menores de 5 ms.

3.2.3.3.2. Procedimiento

Cada participante estaba sentado a una distancia de 60 cm del monitor (Eizo Foris de 23 pulgadas, resolución: 1024 x 768 pixels, tasa de refresco vertical de 120 Hz). Las palabras fueron presentadas en Courier New en color negro sobre fondo blanco mediante el programa Experiment Builder (SR Research Ltd., Canada). Tanto primes como las palabras de la vista previa parafoveal se presentaron en minúscula, y los targets se presentaron en mayúscula. Este procedimiento nos permitió evitar la superposición física entre las palabras, por lo que los potenciales efectos de facilitación se pueden interpretar en relación a las representaciones lingüísticas abstractas y su significado. La distancia entre el centro de la palabra foveal y el borde izquierdo de la palabra parafoveal fue de 2° de ángulo visual. La vista previa parafoveal fue manipulada usando el cambio de pantalla contingente a la sácada mediante un paradigma de límite. La secuencia de eventos en cada ensayo fue la siguiente (ver Figura 11): 1) Cruz de fijación en el centro de la pantalla, 2) una vez estabilizada la fijación sobre la cruz y detectada por el rastreador, la cruz de fijación reduce su tamaño como indicador para el inicio del ensayo, 3) después de 800 ms, se presenta el par de palabras simultáneamente, 4) la vista previa fue sustituida por el target cuando el participante desplazaba su mirada de izquierda a derecha y cruzaba una línea invisible (límite localizado entre la palabra n en fovea y la palabra $n+1$ en parafovea, a 1.8° del centro de la pantalla), y 5) el target fue reemplazado por un signo de interrogación en la misma localización, 400 ms después de la aparición del target, cuando el participante tenía que decidir si la palabra presentada en el centro en

posición n estaba relacionada semánticamente o no con el target. Por tanto, los targets fueron presentados un tiempo fijo de 400 ms. Para cada participante, los pares de palabras se presentaron aleatoriamente. En total, cada participante vio 360 pares de palabras y la sesión experimental duró 90 minutos aproximadamente.

3.2.3.4. *Análisis de los datos*

3.2.3.4.1. Análisis de los datos de movimientos oculares

Se analizaron los datos de movimientos oculares de las fijaciones de primer barrido relativos a la lectura de las palabras presentadas en posición n. Estas medidas incluyeron: a) duración de la primera fijación y b) duración del total de fijaciones. Aunque las fijaciones iniciales incluyeron tanto la percepción de la cruz de fijación (800 ms), como el tiempo de lectura de la palabra presentada en posición n, los tiempos de fijación analizados corresponden exclusivamente al tiempo en el que la palabra permaneció visible en el monitor. Estos datos se analizaron mediante dos ANOVAs separados con los factores VISTA PREVIA (relacionada versus no relacionada), y TARGET (relacionado versus no relacionado). Debido a que los targets fueron presentados durante un tiempo fijo y fueron reemplazados por un signo de interrogación en la misma localización, no se tuvieron en cuenta para el análisis. En promedio, un 11 % de ensayos fueron excluidos debido a artefactos durante el experimento (regresiones y desviaciones principalmente), fijaciones anómalas (<50 o >800 ms), o cambios de pantalla lentos (>12 ms; 4%). El promedio de ensayos aceptados fue similar a través de todas las condiciones experimentales y todos los participantes.

3.2.3.4.2. Análisis de los datos de EEG

Los datos de EEG fueron segmentados en épocas de interés y pre-procesados usando el software el software BrainAnalyser 2.0 (www.brainproducts.com). Los artefactos oculares se extrajeron del registro usando un procedimiento semiautomático aplicando un análisis de componentes independientes para la identificación de los parpadeos (ICA). Otros artefactos del EEG fueron corregidos semiautomáticamente con valores de rechazo ajustados para cada participante. El segmento correspondiente a la presentación de los pares prime-vista previa fue de -200 a 1500 ms (ERPs). Los segmentos correspondientes al final de la sácada e inicio de la fijación en la palabra target tuvieron una longitud de -700 a 2000 ms (FRPs). Se llevó a cabo una corrección de línea base partiendo de los 200 ms antes de la presentación de los pares de palabras en el caso de los ERPs. En el caso de los FRPs, entre los -700 y -500 ms antes del final de la sácada.

Las amplitudes medias de los ERPs y FRPs de las ventanas temporales seleccionadas fueron analizadas mediante ANOVAs separados con los factores VISTA PREVIA (relacionado versus no relacionado) y TARGET (relacionado versus no relacionado), y el factor topográfico ELECTRODO. Para este factor, se calcularon nueve grupos diferentes donde cada grupo estuvo compuesto por 3 electrodos: Izquierda-anterior (Fp1, F7, F3), Izquierda-central (FC5, T7, C3), izquierda-posterior (CP5, P7, P3), derecha-anterior (Fp2, F8, F4), derecha-posterior (CP6, P8, P4), medial-anterior (Fz, FC1, FC2), medial-central (Cz, CP1, CP2), y medial-posterior (Pz, O1, O2). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo usando el programa R (<http://www.rproject.org>), y la caja de herramientas para el mismo ULLRToolbox (<https://sites.google.com/site/ullrtoolbox/>). Los resultados mostrados incluyen los grados de libertad originales y los valores p corregidos para la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxiQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

violación de la esfericidad usando Greenhouse-Geisser ϵ .

3.2.4. Resultados

3.2.4.1. Medidas conductuales y de MO

Los participantes respondieron correctamente a un 92% de los ensayos, sin diferencias estadísticas entre condiciones experimentales.

Los análisis de la duración de la primera fijación sobre el prime no mostraron diferencias significativas entre la vista previa relacionada ($M=351.5$ ms, $SD=85.5$) y vista previa no relacionada ($M=349.5$ ms, $SD=83.5$), y ningún efecto sobre el factor TARGET ($F_s < 1$). Las medidas de duración de la mirada no mostraron efectos significativos (vista previa relacionada: $M=426.5$ ms, $SD=105$; vista previa no relacionada: $M=422.5$ ms, $SD=99$).

3.2.4.2. ERPs asociados con la lectura del prime (n) y vista previa (n+1)

La figura 12 (gráfica superior), representa el ERP sincronizado con el inicio de la presentación de los pares de palabras y por tanto el inicio de la fijación en la palabra prime (n). EL gran promedio correspondiente a las cuatro condiciones experimentales se muestra separadamente. La amplitud del componente N400 fue modulada por la relación semántica del prime y la vista previa parafoveal. Entre los 400 y 550 ms después de la presentación de los pares de palabras, la condición en la que la vista previa fue semánticamente no relacionada mostró la amplitud más negativa comparada con los pares cuya vista previa fue relacionada. Como se esperaba, no hubo influencia entre de las palabras target (presentadas después de la sácada), en esta latencia. Los análisis estadísticos de la media de amplitud en la ventana 400-550 ms apoya esta observación. El ANOVA (VISTA PREVIA x TARGET x

ELECTRODO) mostró un efecto principal del factor vista previa, $F(1,44)=13.45$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.23$, sin interacción entre el factor target o electrodo ($F_s<1$). El efecto debido a la relación semántica entre prime y target empieza a ser evidente después de los 550 ms después de la presentación de los estímulos. Sin embargo, este efecto después de la sácada se ve oscurecido por la variabilidad de la duración de las fijaciones y es preferible analizarlo en los segmentos FRP asociados al final de la sácada e inicio de la fijación en el target.

3.2.4.3. *FRPs asociados a la finalización de la sácada: inicio de la fijación en la palabra target (n+1).*

Como se puede observar en la Figura 12 (gráfica inferior), la amplitud del componente N400 asociada a la palabra target fue modulada tanto por la manipulación de la vista previa como por la del target. Los targets sin asociación semántica con el prime (n) mostraron una mayor amplitud negativa que los relacionados semánticamente (Figura 13 superior). Además, este efecto prime-target estuvo modulado por la manipulación de la vista previa siguiendo la misma dirección. La vista previa no relacionada incrementó la amplitud N400 con respecto a la vista previa relacionada (Figura 12, gráfica superior). El efecto de vista previa también se observa en latencias tempranas, incluso antes del inicio de la fijación. Este efecto tiene lugar en el rango de latencias del efecto descrito debido al procesamiento de la relación entre prime y vista previa. Sin embargo, el efecto de vista previa en el componente N400 del target fue mayor cuando la palabra target era no relacionada semánticamente con el prime que cuando prime y target estaban relacionados. Este efecto sugiere una interacción entre la manipulación de la vista previa parafoveal y el target, y no solo un efecto aditivo. Finalmente, las diferencias debidas a la manipulación entre prime y target continúan entre los 550 y 1300 ms,

pero entre los 500 y 800 ms, las dos condiciones en las que se produce el cambio entre vista previa y target (vista previa inválida), produce una positividad tardía (LPC: late positive component), con respecto a las dos condiciones en las que la vista previa y el target fueron idénticas (Figura 12, gráfica inferior). Los resultados del análisis estadístico confirman estas observaciones.

3.2.4.3.1. Ventana 0-200 ms

El ANOVA mostró un efecto principal del factor VISTA PREVIA, $F(1,44)=15.81$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.26$, y una interacción entre los factores VISTA PREVIA y ELECTRODO, $F(8,352)=4.02$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.08$. Las comparaciones post-hoc en cada área topográfica mostraron que las diferencias fueron mayores en electrodos centrales y posteriores. Los resultados no mostraron efectos del factor TARGET o interacción con otro factor ($F_s<1$).

3.2.4.3.2. Ventana 300-500 ms

El ANOVA mostró un efecto principal del factor VISTA PREVIA, $F(1,44)=20.57$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.31$, y TARGET, $F(1,44)=140.07$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.76$. Hubo una doble interacción entre el factor VISTA PREVIA x TARGET, $F(1,44)=38.84$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.46$, y una triple interacción de los factores VISTA PREVIA x TARGET x ELECTRODO, $F(8,352)=5.81$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.11$. El efecto de vista previa fue mayor cuando el target estaba relacionado con el prime ($-1.35 \mu V$) que cuando prime y target eran no relacionados ($0.3 \mu V$). Las comparaciones pos-hoc mostraron que el efecto de vista previa en targets relacionados estaba presente en todas las áreas del factor ELECTRODO, sin embargo, el mismo efecto en targets no relacionados solo se confirmó en tres áreas: medial-anterior, derecha-central y derecha-posterior.

3.2.4.3.3. Ventana 500-750 ms (LPC)

El ANOVA en esta ventana temporal mostró un efecto principal de VISTA PREVIA, $F(1,44)=5.0$, $p<0.03$, $\eta_p^2=0.10$, y TARGET, $F(1,44)=56.15$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.56$. La interacción entre estos dos factores también fue significativa, $F(1,44)=9.4$, $p<0.003$, $\eta_p^2=0.17$, y la triple interacción de VISTA PREVIA x TARGET x ELECTRODO, $F(8,352)=3.4$, $p<0.002$, $\eta_p^2=0.07$. En contraste con las ventanas temporales anteriores, la vista previa no relacionada mostró amplitudes más positivas que la vista previa relacionada. Las comparaciones pos-hoc confirmaron un efecto distribuido de la vista previa en los targets no relacionados (la condición vista previa relacionada/target no relacionado produjo una mayor positividad que la condición vista previa no relacionada/target no relacionado; -0.19 y $-0.89 \mu V$ respectivamente), pero la misma diferencia en el caso de targets relacionados fue estadísticamente significativa solo en el área posterior-izquierda.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

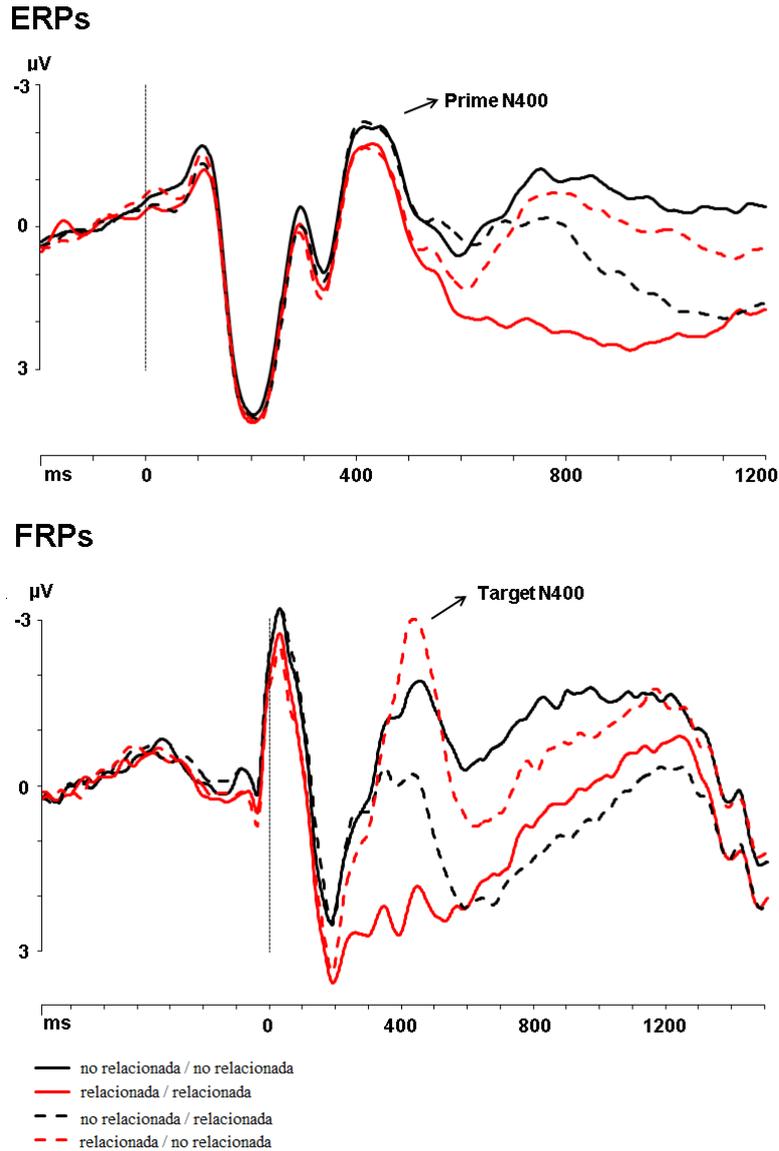


Figura 12. Grandes promedios de las cuatro condiciones experimentales en el Experimento 2 representando en la gráfica superior los efectos parafoveales en la fovea (ERPs), y el beneficio de la vista previa (FRPs) en la gráfica inferior.

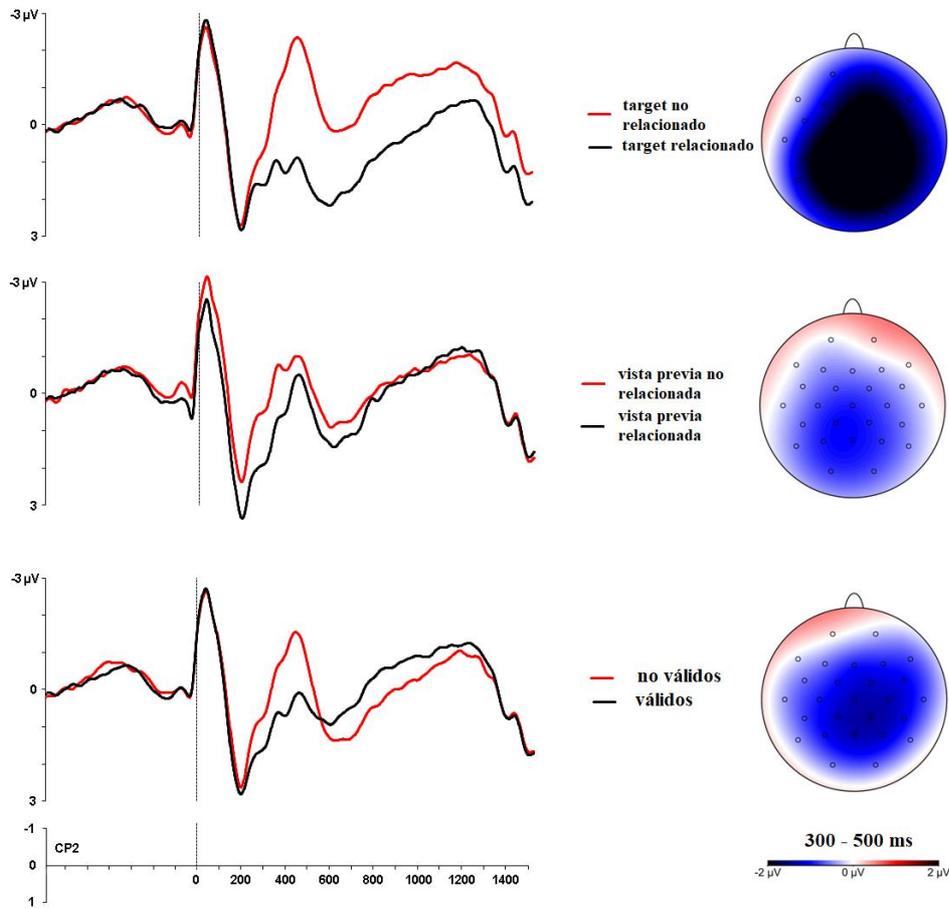


Figura 13. Grandes promedios representando los efectos principales en los FRPs relacionados a la presentación del target en Experimento 2. Parte superior: efecto principal del Target. Parte central: Efecto de beneficio de la vista previa. Parte inferior: efecto de los ensayos congruentes entre vista previa y target versus ensayos incongruentes entre vista previa y target.

3.2.5. Discusión

En este experimento se ha usado una tarea de lectura de pares de palabras manipulando la información presentada en el campo visual parafoveal mediante la técnica de límites. De este modo se ha podido disociar la actividad eléctrica cerebral asociada al procesamiento de las palabras presentadas en la posición n+1 cuando se percibían parafovealmente (antes de la sácada) o en la fovea (después de la sácada). Estos resultados han mostrado la existencia de ambos efectos, tanto efectos parafoveales en la fovea como el efecto del beneficio de la vista previa.

El efecto parafoveal en la fovea fue descrito en los ERPs asociados a la presentación de los pares de palabras prime- vista previa. Mientras que los participantes estaban fijando el prime (n), el procesamiento de esta palabra estaba siendo influenciado por la palabra presentada en la parafovea. El efecto N400 comenzó en el momento en el que el promedio de las sácaras tiene lugar y claramente corresponde al inicio del procesamiento del par prime- vista previa, sin influencia de la presentación del target post-sácada. Las características de este efecto N400 parafoveal coinciden con el efecto N400 estándar asociado con el procesamiento semántico de palabras en la fovea. El componente N400 ha sido propuesto como un buen índice de la facilidad de acceso a la información dentro de la memoria semántica a largo plazo y la integración de esta con el contexto (Kutas & Federmeier, 2011). El hecho de que nuestra manipulación parafoveal fue de naturaleza semántica y que afectó al componente N400, indica que las palabras en la parafovea fueron procesadas completamente, sus significados fueron activados y rápidamente integrados con los significados de las palabras percibidas en la fovea. Estudios anteriores utilizando tareas similares han mostrado resultados mixtos (Baccino & Manunta, 2005; Simola, Holmqvist, & Lindgren, 2009), sin

embargo, estos estudios solo analizaron latencias tempranas y anteriores al componente N400. Nuestros resultados son consistentes con los datos obtenidos con el paradigma RSVP de palabras flanqueadas (Barber et al., 2010, 2012, 2013; Li et al., 2015) y con un experimento de FRPs en el que presentan efectos N400 durante la lectura de frases (Kretzschmar et al., 2009). Incluso cuando los ERPs mostraron un claro efecto parafoveal en la fovea, las medidas de movimientos oculares en el presente experimento no fueron sensibles a nuestra manipulación experimental. Esta disociación entre ambas medidas ha sido previamente mostrada en experimentos de lectura de frases (ver Kretzschmar et al., 2015 para más discusión). Sin embargo, es importante tener en cuenta que las medidas de MO analizadas en el presente experimento deberían ser interpretadas con precaución, puesto que hacen referencia a las fijaciones de la primera palabra de una secuencia, en la que están involucrados procesos diferentes a los que se dan durante la lectura de palabras en el centro de una oración. Aun así, la comparación entre el curso temporal de ambas medidas revela que las sácadas hacia las palabras target comienzan antes de que el procesamiento semántico del prime haya concluido (es decir, al final del efecto N400). Por lo tanto, una cierta cantidad de procesamiento léxico parece ser suficiente para desencadenar el movimiento sacádico. Curiosamente, el hecho de que las medidas de los tiempos de fijación no fueran sensibles a nuestra manipulación experimental indicaría que, aunque la información parafoveal semántica se activaría e integraría rápidamente, esta información no afectaría a la programación sacádica, la cual podría basarse solo en características formales del target en una etapa anterior. En un marco teórico más general, nuestros resultados apoyan la idea de que, durante la lectura, la información foveal y parafoveal es activada en paralelo. Los ERPs en este experimento no muestran ninguna evidencia de procesamiento serial de las dos

palabras presentadas al mismo tiempo. El procesamiento de ambos significados afecta al mismo componente por lo que están siendo activados e integrados como parte de un mismo proceso cognitivo.

Consistente con el efecto parafoveal en la fovea, los FRPs mostraron una facilitación del procesamiento de la palabra target cuando la mirada del participante aterrizó sobre ella. En otras palabras, la manipulación de la vista previa claramente afectó al procesamiento de la palabra target. La Figura 13 (parte inferior) muestra el gran promedio de la vista previa válida versus inválida, independientemente de la manipulación semántica. La no coincidencia entre la vista previa y el target (vista previa inválida) incrementó las amplitudes N400 asociadas al procesamiento del target y produjo una positividad tardía. Este efecto no fue debido a la detección del cambio perceptivo, puesto que el cambio de mayúscula a minúscula ocurrió siempre entre las palabras presentadas en la vista previa y el target. Este efecto N400 confirma el efecto de la vista previa mostrado por Dimigen y colaboradores en dos estudios diferentes (Dimigen et al., 2012; Li et al., 2015). Además, los análisis de las condiciones experimentales por separado mostraron una contribución adicional del componente semántico de las palabras presentadas en la vista previa (o de la integración prime-vista previa) en el procesamiento del target (ver Figura 12 inferior y 13 parte central). Encontramos una interacción entre la vista previa y la manipulación semántica del target; el efecto de la relación semántica de la vista previa fue mayor cuando el target estaba semánticamente relacionado con la misma. Más tarde se encuentra una positividad tardía debida a la vista previa inválida. Considerando esta latencia (después de la presentación del signo de interrogación), esta positividad está relacionada con la interferencia producida en estos ensayos en el momento de la categorización de los pares de palabras, necesaria para la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

resolución de la tarea.

Aunque la investigación en MO que ha utilizado el paradigma de límites ha demostrado el efecto de facilitación de la vista previa parafoveal a nivel ortográfico y fonológico, con respecto a los efectos de vista previa de tipo semántico no ha sido posible (Schooter et al., 2012; y véase también Hohensteirn et al., 2010). Una cuestión más intrigante es el motivo por el que Dimigen y colaboradores (2012) no encontraron efectos semánticos parafoveales en sus FRPs, a pesar de utilizar el mismo paradigma de límites. Hay importantes diferencias entre ese estudio y el descrito aquí que deben ser consideradas. En primer lugar, sus pares prime-targets estaban incrustados en una cadena más larga de cinco palabras. Como consecuencia, las palabras prime recibieron fijaciones más cortas, lo que implica menos tiempo para procesar la información parafoveal. En un estudio previo, se demostró que los efectos parafoveales N400 estaban determinados por el tiempo de presentación de los estímulos (Barber et al., 2013). Otra importante diferencia es que en esta tarea fue necesaria la integración semántica de los pares de palabras leídos, mientras que Dimigen y colaboradores (2012) utilizaron una tarea de búsqueda conceptual, la cual garantiza la activación del significado, pero podría impedir la integración (véase también Dampuré, Ros, Rouet, & Vibert, 2014). Finalmente, y en relación al punto anterior, en el experimento de Dimigen y colaboradores se manipuló la relación semántica entre target y vista previa, en este experimento se manipuló adicionalmente la relación semántica entre la vista previa y el prime foveal. Esto supone que los targets deben integrarse con los pares prime-vista previa, como en la lectura de frases.

Para resumir, hemos sido capaces de mostrar efectos semánticos de la parafovea en la fovea y de vista previa parafoveal en una situación similar en la que otros estudios de MO y

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

de FRP no los encontraron. La descripción de los efectos semánticos parafoveales (disociación, curso temporal e interacción) pueden ser una valiosa contribución al campo experimental sobre el procesamiento parafoveal incluso cuando estos efectos se refieren a una situación experimental altamente controlada en lectura de pares de palabras en ausencia de un contexto más amplio. La lectura de textos supone más restricciones y demandas cognitivas que la lectura de pares de palabras, pero no hay razón para pensar que las limitaciones que operan en el nivel de pares de palabras no afectarán a formas más complejas de lectura. Podemos concluir que, en circunstancias óptimas, la información foveal y parafoveal puede ser procesada simultáneamente y el producto de la integración de estas representaciones puede afectar a la lectura posterior. Asimismo, se demuestra que la combinación de los FRPs con la técnica de límites es un método útil para determinar las variables que pueden modular el procesamiento paralelo durante la lectura de frases.

EXPERIMENTO 2. Percepción parafoveal durante la lectura de pares de palabras. Corregistro de medidas EEG y movimientos oculares

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

3.3. EXPERIMENTO 3. Procesamiento parafoveal durante la lectura de frases. Corregistro de movimientos oculares y EEG.

3.3.1. Resumen

En este estudio investigamos el procesamiento parafoveal mediante el registro simultáneo de medidas de movimientos oculares y EEG en el contexto de lectura de frases. Los participantes leyeron frases enumerativas construidas a partir de los pares de palabras del Experimento 2 (prime-target). En ellas se manipulaba una vista previa parafoveal semánticamente congruente con el prime (n), o una vista previa incongruente semánticamente. Además, haciendo uso del paradigma de límites (boundary paradigm), utilizamos la misma manipulación sobre la vista previa parafoveal, para estudiar su efecto antes y después de que los participantes desplazaran su mirada hacia la palabra target post-límite (n+1). Analizando los FRPs en el prime, durante la vista previa parafoveal, observamos un efecto parafoveal en la fovea en el componente N400 para la vista previa incongruente. Tras la sácada, después de cruzar el límite hacia la siguiente palabra, la congruencia de la vista previa con el prime y la congruencia de la palabra post-límite modularon los componentes P200, N400 y una positividad tardía que hemos identificado como el componente LPC (del inglés, late positive component). Estos resultados muestran un efecto parafoveal en la fovea relacionado con la congruencia semántica de la vista previa parafoveal en una tarea de lectura de frases con un efecto de arrastre en componentes tardíos tras la sácada.

69

EXPERIMENTO 3. Procesamiento parafoveal durante la lectura de frases. Corregistro de movimientos oculares y EEG

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

3.3.2. Introducción

El span perceptivo se define como la región del campo visual de la que el cerebro extrae información útil (Rayner, 2009). Hace referencia a la información captada por fovea y parafovea, aproximadamente los 5° centrales del campo de visión. La investigación al respecto ha puesto de manifiesto que en lectores expertos (de sistemas de escritura alfabéticos en los que se lee de izquierda a derecha), el span perceptivo se extiende de 3 a 4 espacios o letras a la izquierda de la fijación y aproximadamente 14-15 a la derecha de la fijación (Rayner, 1998; McConkie, & Rayner, 1975). La agudeza visual decrece con respecto del punto de fijación y perdemos nitidez visual, motivo por el que los ojos se deben desplazar a través del texto.

Dado que el campo visual foveal y parafoveal abarcan normalmente más de una palabra en la parafovea derecha, existe controversia acerca del nivel de integración de la información percibida en esta región. El procesamiento parafoveal proporciona al sistema cognitivo información que permite llevar a cabo la lectura de manera fluida y eficiente (para una revisión, ver Schotter, Angele, & Rayner, 2012). En esta revisión, Shotter y colaboradores, (2012), muestran la gran variedad de paradigmas experimentales, manipulaciones y efectos asociados al estudio del procesamiento parafoveal utilizando la técnica de movimientos oculares. El impacto de la información parafoveal durante la lectura de textos se estudia atendiendo a tres fenómenos principalmente: 1) efectos de la palabra saltada; 2) efectos parafoveales en la fovea; y 3) efectos asociados al beneficio de una vista previa. Para el

presente experimento nos centraremos en los dos últimos, los efectos parafoveales en la fovea y el beneficio de la vista previa, en línea con los efectos estudiados en el Experimento 2.

A pesar de que en los experimentos de lectura de frases mediante el paradigma de cambio de ventana contingente con la sácada normalmente no se suele manipular la palabra target post-sácada (Schotter, et al. 2012), en esta ocasión hemos optado por mantener el diseño experimental del Experimento 2 para asegurar una buena comparación entre los respectivos resultados a través de un cambio de contexto que en el Experimento 3 se acerca a condiciones de lectura natural presentando frases completas a los participantes. A diferencia de la tarea de lectura de pares de palabras, en el contexto de frases creemos conveniente referirnos a los dos niveles de la manipulación de la vista previa parafoveal como vista previa *congruente* e *incongruente* dentro del contexto de frase. La misma terminología ha sido aplicada a la manipulación post-sácada.

En este experimento pretendemos observar en un contexto de mayor validez ecológica los resultados encontrados mediante la lectura de pares de palabras en el Experimento 2, lo que indicaría, de modo general, procesamiento semántico de una vista previa parafovea. Por tanto, esperamos confirmar si los efectos parafoveales en la fovea se deben a un efecto de la tarea experimental o si por el contrario, en un contexto de lectura fluida constituido por frases, los efectos debidos al procesamiento de la vista previa desaparecen. Al mismo tiempo, comprobaremos por primera vez el impacto de la discrepancia entre la vista previa y el target y el curso temporal de la integración de ambas representaciones.

3.3.3. Método

3.3.3.1. Participantes

La muestra experimental de este estudio estuvo compuesta por 23 estudiantes voluntarios (17 mujeres, de 18 a 25 años de edad, $M=20$) de la Universidad de La Laguna. Los participantes tenían español como primera lengua, sin historial de daño neurológico y diestros, de acuerdo a una versión española del Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971; $LQ > 50$). Recibieron una compensación por participar en experimentos en las siguientes asignaturas: pensamiento y lenguaje, motivación y emoción y, atención y percepción.

3.3.3.2. Estímulos

Partiendo de los 360 pares de palabras relacionados del Experimento 2, se construyeron 160 frases experimentales en las que prime y target aparecían de manera contigua. Además, se construyeron 80 frases sin la manipulación experimental de los pares de palabras relacionados que se utilizaron como relleno. Dado que se utilizaron pares relacionados semánticamente que debían aparecer de manera contigua dentro de la oración, (por ejemplo, el par relacionado pasión-amor), se seleccionaron los pares más adecuados para la construcción de las frases. El resultado fueron frases de tipo enumerativo, (puesto que era la estructura sintáctica más fácil que encontramos para acomodar los pares de palabras), en los que el par estaba separado por una coma. Siguiendo con el ejemplo del par *pasión-amor*, la frase construida fue: “*La pareja necesita pasión, amor y compromiso*” (ver Apéndice 3 con

el total de las frases utilizadas en el experimento). En esta frase, la palabra “*amor*” actuará de vista previa y de target, y será manipulada en función de los dos factores experimentales manipulados en el Experimento 2 (ver Figura 14 para un ejemplo de las condiciones experimentales). Ningún participante vio alguna frase más de una vez y cada frase se presentó en las cuatro condiciones experimentales a través de los participantes mediante la construcción de cuatro listas de contrabalanceo. El promedio de frecuencia léxica para las palabras presentadas como vista previa relacionada fue de 1.5 (S.D = 0.59), y de 1.6 (0.42) para la vista previa no relacionada según la base de datos Espal (Duchon et al., 2013), con una longitud media de 5,25 letras y un promedio de vecinos ortográficos de 10 (S.D = 9.7) en la condición congruente semánticamente con el prime y de 7 (S.D=7,2) para la condición de incongruencia semántica, sin diferencias estadísticamente significativas entre listas de balanceo.

3.3.3.3. Aparatos y Procedimiento

3.3.3.3.1. Registro de EEG y MO

El EEG fue registrado mediante veintisiete electrodos Ag/AgCl montados en un gorro elástico según el sistema 10-20 (EasyCap, www.easycap.de) referenciados al mastoide izquierdo. Cuatro electrodos adicionales, dos en el canto externo de cada ojo y dos en las regiones infra y supra orbital del ojo derecho, permitiendo una grabación bipolar del electro-oculograma horizontal y vertical. El registro de la actividad eléctrica fue grabado, amplificado y procesado usando el programa BrainVision (www.brainproducts.com) en un ancho de banda de 0.01-100 Hz, y con una tasa de

muestreo de 1000 Hz. Las impedancias se mantuvieron por debajo de los 5 k Ω (electro-oculograma <10 k Ω). El registro de datos fue filtrado fuera de línea con un filtro pasa-banda de 0.1-30 Hz, y referenciado a una media algebraica de la actividad de los dos mastoides.

Los movimientos oculares fueron registrados con un rastreador ocular Eye Link 1000 (SR Research Ltd., Ontario, Canada), con una tasa de muestreo de 1000 Hz y una resolución espacial de 0.01°. Para cada muestra de datos, el algoritmo que analiza las sácadas calculaba instantáneamente la velocidad y aceleración, y comparaba el resultado con el criterio umbral para velocidad y aceleración del sistema (30 deg/s y 8000 deg/s); el umbral de distancia usado para la identificación de la sácada fue de 0.1°. La calibración se llevó a cabo mediante una plantilla estándar de 9 puntos. Ambos sistemas fueron sincronizados mediante el envío de varios pulsos TTL desde el ordenador de presentación de frases hacia el sistema de grabación y mediante un cable de red entre rastreador de ojos y el ordenador de presentación. Debido a la existencia de retrasos entre el rastreador ocular y el monitor enviamos diferentes mensajes y pulsos TTL en límites insertados en las palabras n-2, n-1 y n. De este modo pudimos comprobar la existencia de ensayos en los que la fijación no siempre aterrizaba en la palabra después del cruce del límite de manera sincronizada. El retraso entre ambas señales no superó los 15 ms en ningún ensayo analizado.

La sincronización entre ambas medidas se llevó a cabo *offline*. Procedimiento

Cada participante estaba sentado a una distancia de 60 cm del monitor (Eizo Foris de 23 pulgadas, resolución: 1024 x 768 pixels, tasa de refresco vertical de 120 Hz). Para

mantener la calibración estable durante el experimento, el participante apoyaba la barbilla sobre una mentonera dispuesta frente al monitor. Las frases se presentaron en Courier New en color negro sobre fondo gris con el programa Experiment Builder (SR Research Ltd., Canada). La vista previa parafoveal fue manipulada usando el cambio de pantalla contingente a la sácada mediante el paradigma de límite. La secuencia de eventos en cada ensayo fue la siguiente: 1) Punto de calibración en la posición correspondiente al inicio de frase, situado en 140 píxeles a la derecha del borde izquierdo del monitor; 2) una vez estabilizada la fijación sobre el punto utilizado para el chequeo de la calibración y detectada por el rastreador, el participante debía pulsar la barra espaciadora sin desplazar la mirada del mismo para iniciar la secuencia de lectura; 3) presentación de la frase e inicio de la secuencia de lectura; 4) la vista previa fue sustituida por el target cuando el participante abandonaba la fijación en la palabra *prime* y cruzaba la línea invisible que lo separa de la vista previa; 5) la lectura de la frase finalizaba cuando el participante pulsaba la barra espaciadora después de leer la frase; 6) en el 50% de las frases incluyó una pregunta de respuesta SI/NO haciendo referencia a la información contenida a la parte anterior a la manipulación del límite. Las frases se presentaron en dos bloques separados, con una duración media de quince minutos por bloque y un descanso entre ambos. El participante podía pausar el experimento en cualquier momento. En total la sesión duraba aproximadamente 70 minutos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

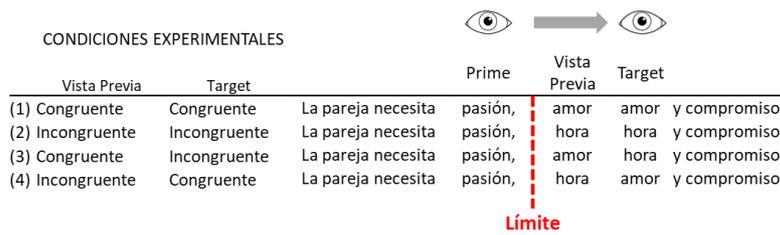


Figura 14. Esquema de las condiciones experimentales del Experimento 3.

3.3.3.4. Análisis de los datos

3.3.3.4.1. Análisis de los datos de movimientos oculares

Se analizaron los tiempos de fijación relativos a la duración total de la mirada de los ensayos *prime*, antes de cruzar el límite, y *target*, después de cruzar el límite. Los análisis relativos a la duración de la primera fijación y la duración de las fijaciones de la primera pasada tanto en el *prime* como en el *target* se llevarán a cabo en posteriores análisis debido a problemas técnicos con la extracción de los datos. Estos datos se analizaron mediante dos ANOVAs separados con los factores VISTA PREVIA (relacionada versus no relacionada), y TARGET (relacionado versus no relacionado), tanto en los ensayos POF como en el PPB. En promedio, un 18 % de ensayos fueron excluidos debido a artefactos durante el experimento (pérdidas de calibración principalmente), fijaciones anómalas (<50 o >800 ms), o cambios de pantalla lentos (>12 ms; 5%). El promedio de ensayos aceptados fue similar a través de todas las condiciones experimentales y todos los participantes.

3.3.3.4.2. Análisis de los datos de EEG

Los datos de EEG fueron segmentados en épocas de interés y pre-procesados usando el programa Brain Analyser 2.0 (www.brainproducts.com). Los artefactos oculares se extrajeron del registro usando un procedimiento semiautomático aplicando un análisis de componentes independientes para la identificación de los parpadeos (ICA). Otros artefactos del EEG fueron corregidos semiautomáticamente con valores de rechazo ajustados para cada participante. Los ensayos POF y PPB fueron segmentados en ventanas temporales de -500 a 2000 ms. Se llevó a cabo una corrección de línea base partiendo de los 200 ms antes de la fijación tanto en ensayos POF como en PPB.

Las amplitudes medias de los ensayos POF y PPB fueron analizadas mediante ANOVAs separados con los factores VISTA PREVIA (relacionado versus no relacionado) y TARGET (relacionado versus no relacionado), y el factor topográfico ELECTRODO. Para este factor, se calcularon nueve grupos diferentes donde cada grupo estuvo compuesto por 3 electrodos: Izquierda-anterior (Fp1, F7, F3), Izquierda-central (FC5, T7, C3), izquierda-posterior (CP5, P7, P3), derecha-anterior (Fp2, F8, F4), derecha-posterior (CP6, P8, P4), medial-anterior (Fz, FC1, FC2), medial-central (Cz, CP1, CP2), y medial-posterior (Pz, O1, O2). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo usando el programa R (<http://www.rproject.org>), y la caja de herramientas para el mismo ULLRToolbox (<https://sites.google.com/site/ullrtoolbox/>). Los resultados mostrados incluyen los grados de libertad originales y los valores p corregidos para la violación de la esfericidad usando Greenhouse-Geisser epsilon.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

3.3.4. Resultados

3.3.4.1. Medidas conductuales y de MO

Los participantes respondieron correctamente a un 81% de las preguntas, sin diferencias estadísticamente significativas entre condiciones experimentales.

La tabla 3 muestra el resumen de las medias tanto de los ensayos POF como PPB. Los análisis de la duración de la mirada sobre el prime (POF), no mostraron diferencias significativas entre la vista previa relacionada (M=369.37 ms, SD=91.3) y vista previa no relacionada (M=354,08 ms, SD=91,31), y ningún efecto debido al factor TARGET ($F_s < 1$). Con respecto a los resultados post-sácada, no se encuentran diferencias significativas entre los niveles de ambos factores. Debido a un problema técnico con la extracción de los tiempos de fijación del prime y target no podemos analizar los tiempos de fijación de la primera pasada y la primera fijación.

Tabla 3 Medias y desviaciones típicas de la duración de la mirada en el Experimento 3. Se muestran los tiempos de fijación del efecto parafoveal en la fovea (antes del límite), y del beneficio de la vista previa (tras cruzar el límite).

| | | | TARGET | |
|-------------------------------|--------|--------------|----------------|----------------|
| | | | relacionado | no relacionado |
| Efecto parafoveal en la fovea | VISTA | congruente | 369,37 (95,32) | 362,48 (94,92) |
| | PREVIA | incongruente | 370,56 (98,50) | 360,08 (91,31) |
| Beneficio de la vista previa | VISTA | congruente | 450,21 (96,18) | 442,77 (95,63) |
| | PREVIA | incongruente | 450,47 (99,20) | 434,17 (92,01) |

3.3.4.2. FRPs en ensayos POF

La figura 15 representa los FRPs sincronizados con el inicio de la fijación en la palabra pre-límite, correspondientes al efecto parafoveal en la fovea, de las cuatro condiciones experimentales. La amplitud del componente N400 fue modulada por la congruencia de la vista previa parafoveal. A partir de los 280 ms se observa una disociación de los FRPs asociados a la condición de vista previa congruente en comparación a la incongruente que alcanza su pico más negativo alrededor de los 350 ms después del inicio de la fijación en la palabra pre-límite en las condiciones de vista previa incongruente. Como se esperaba, no hubo influencia del factor target. Los análisis estadísticos de la media de amplitud en la ventana 250-400 ms apoyan estas observaciones. El ANOVA con los tres factores VISTA PREVIA x TARGET x ELECTRODO mostró una interacción entre los efectos de los factores VISTA PREVIA x ELECTRODO, $F(8,176)=3.46$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.13$, sin interacción con el factor TARGET ($F<1$). La condición de vista previa incongruente muestra una mayor negatividad en electrodos centrales-derecha $t(22)=2.18$, $p<0.03$ y un efecto marginal en electrodos de la región posterior-derecha, $t(22)=2.06$, $p<0.05$. El efecto debido a la congruencia entre prime y target empieza a ser evidente a partir de los 400 ms después de la fijación en el target post-límite. Este efecto se analiza en los segmentos FRP asociados al cruce del límite, sincronizados con el inicio de la fijación en el target (ver siguiente párrafo).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

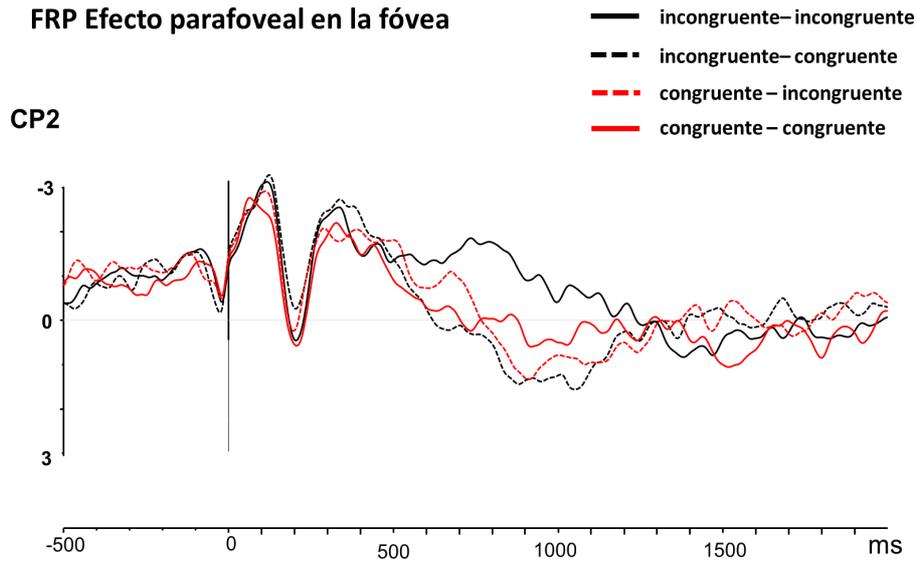


Figura 15. Grandes promedios FRP del Experimento 3 sincronizados con la fijación en la palabra pre-límite (prime). Representa el efecto parafoveal en la fovea en un electrodo centro-parietal derecho (CP2). Las ondas han sido suavizadas solo para la presentación gráfica.

3.3.4.3. FRPs en ensayos post-límite. Beneficio de la vista previa parafoveal.

Como se puede observar en la Figura 16, a partir de los 170 ms la amplitud del componente que identificamos como P200 fue modulada principalmente por el efecto del target. La mayor positividad se encuentra en las condiciones de target congruente con el prime (línea negra discontinua y roja continua, Figura 16), seguidas de la condición de vista previa congruente con el prime y target incongruente (línea roja discontinua). Después de los 250 ms de la fijación post-límite se observa la primera disociación entre los efectos de los factores vista previa y target que termina hacia los 450 ms. El componente N400 asociado a la palabra target está modulado por la vista previa y por el efecto del target. Vista previa y

target incongruentes generaron un amplio efecto N400. A continuación, la siguiente negatividad se encuentra en el efecto de incongruencia del target sobre una vista previa congruente. El target congruente en la condición de vista previa incongruente (línea negra discontinua, Figura 16), produjo la menor negatividad de las cuatro condiciones. Alrededor de los 450 ms se produce una positividad en las condiciones de incongruencia entre vista previa y target (“invalidéz” en adelante) que se mantiene hasta los 1000 ms después de la fijación en el target (vea Figura 17, gráfica inferior). Los análisis estadísticos confirman estas observaciones.

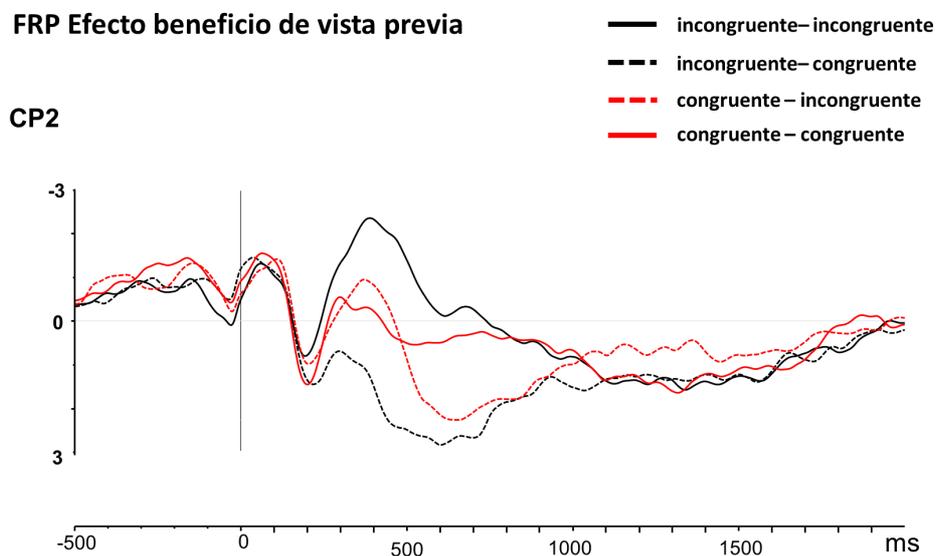


Figura 16. Grandes promedios FRP del Experimento 3 sincronizados con la fijación en la palabra post-límite. Representa el efecto de beneficio de la vista previa en un electrodo centro-parietal derecho (CP2). Las ondas han sido suavizadas solo para la presentación gráfica.

3.3.4.3.1. Ventana 170-250 ms

El ANOVA mostró un efecto principal del factor TARGET, $F(1,22)=6.84$, $p<0.01$, $\eta_p^2=0.23$, siendo más positiva la condición de target congruente ($1.8\mu V$) frente al target incongruente ($1.31\mu V$), y una triple interacción entre los efectos de los factores VISTA PREVIA x TARGET x ELECTRODO, $F(8,176)=3.08$, $p<0.01$, $\eta_p^2=0.14$, $\epsilon=0.08$. Las comparaciones post-hoc revelan que ante la vista previa incongruente las diferencias se encuentran entre el target congruente e incongruente en las electrodos frontales-mediales, $t(22)=2.3$, $p<0.02$; frontal-derecha $t(22)=3.3$, $p<0.01$, y centrales-mediales/centrales-derecha, $t(22)=2.5$, $p<0.03$, mostrando valores de voltaje más positivos la condición de target congruente en comparación a la incongruente.

3.3.4.3.2. Ventana 250-450 ms

El ANOVA indica un efecto principal del factor TARGET, $F(1,22)=40.51$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.56$, siendo más negativo el componente N400 para el target incongruente con el prime ($-1.18 \mu V$), que para el congruente ($1.15\mu V$). Una doble interacción entre el factor VISTA PREVIA x TARGET, $F(1,22)=15.04$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.40$, en la que las comparaciones post-hoc muestran que cuando la vista previa era incongruente con el prime, el target incongruente mostró la mayor negatividad en el componente N400 ($-0.86 \mu V$), mostrando el mayor contraste con la condición de target congruente ($1.7 \mu V$): $t(22)=6.03$, $p<0.001$. Además, resultó significativa la comparación entre los dos niveles del factor vista previa tanto en la condición de target congruente, $t(22)=-2.49$, $p<0.02$, mostrando una mayor negatividad

cuando la vista previa era congruente ($0.56 \mu\text{V}$), frente a la incongruente ($1.74 \mu\text{V}$), como en la condición de target incongruente, $t(22)=3.7$, $p<0.002$, ($0.48 \mu\text{V}$ para la condición de vista previa congruente y $-0.86 \mu\text{V}$), donde, sin embargo, el efecto de la vista previa fue invertido, mostrando mayor negatividad cuando la vista previa era incongruente. La triple interacción entre los factores VISTA PREVIA x TARGET x ELECTRODO resultó también significativa, $F(8,176)=4.8$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.17$, $\varepsilon=0.001$.

3.3.4.3.3. Ventana 500-750 ms (LPC)

El ANOVA muestra un efecto principal del factor TARGET, $F(1,22)=7.34$, $p<0.01$, $\eta_p^2=0.25$, con más positividad cuando el target era congruente con el prime ($2.05 \mu\text{V}$), que cuando no lo era ($1.37 \mu\text{V}$). Además, la doble interacción entre el factor VISTA PREVIA x TARGET, $F(1,22)=20.23$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.47$, resultó también significativa. Todas las comparaciones post-hoc mostraron diferencias significativas. La interacción se explica por la inversión de los efectos del factor VISTA PREVIA en cada nivel de TARGET. Cuando el target post-límite era congruente con el prime, se observa la mayor positividad por la vista previa incongruente con respecto a la condición congruente con el prime ($2.80 \mu\text{V}$ vs $1.31 \mu\text{V}$ respectivamente). En el caso de la condición de target incongruente con el prime, el efecto se invierte y la mayor positividad la presenta la condición de vista previa congruente ($2.44 \mu\text{V}$), comparada con la vista previa incongruente ($0.29 \mu\text{V}$).

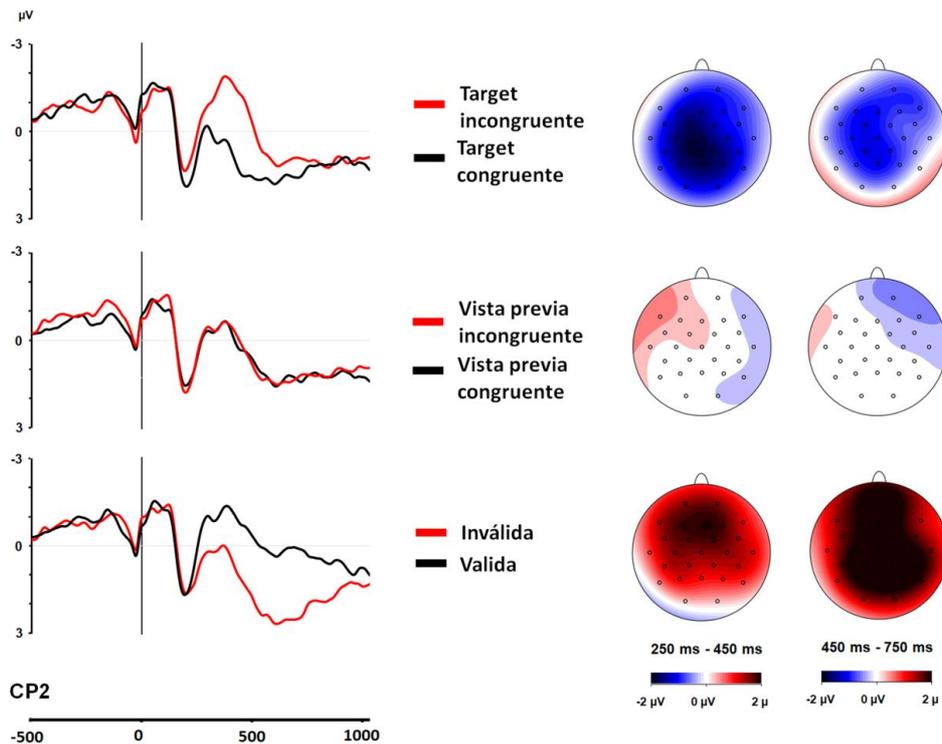


Figura 17. Grandes promedios y mapas topográficos de los efectos principales en los FRPs sincronizados con la fijación post-límite del Experimento 3. La gráfica superior muestra el efecto principal de Target, seguida del efecto de Vista Previa y Validez. Se muestran valores de voltaje hasta los 1000 ms y mapas topográficos de las ventanas de análisis.

3.3.5. Discusión

El objetivo de este tercer experimento fue estudiar en qué medida los efectos encontrados el Experimento 2 se mantienen en el contexto de una tarea de lectura de frases mediante el corregistro de medidas de movimientos oculares y EEG. De este modo podíamos estudiar los

efectos parafoveales en la fovea y de beneficio de la vista previa parafoveal en un contexto de mayor validez ecológica y centrar el análisis en el curso temporal de los diferentes procesos involucrados antes y después de una sácada asociados a una la manipulación en la vista previa parafoveal.

Como en el Experimento 2, se ha podido observar la modulación de la actividad eléctrica cerebral asociada una vista previa parafoveal en la que manipulábamos la congruencia semántica de la vista previa con respecto a una palabra prime situada dentro de la frase. Además, observamos el efecto de arrastre en el target después del cruce del límite. Los resultados han confirmado de nuevo la existencia de ambos efectos, tanto el efecto parafoveal en la fovea como el efecto del beneficio de la vista previa aunque este último en el Experimento 3 ya no se encuentra como efecto principal, sino solo aparece en las comparaciones simples disolviendo la doble interacción entre los efectos de los factores VISTA PREVIA x TARGET. Aquí el clásico beneficio de la vista previa con más negatividad en la condición de vista previa incongruente solo se observa para los targets incongruentes, mientras que el efecto se muestra de forma invertida para los targets congruentes (ver Figura 18). Esta diferencia entre los efectos de Experimento 2 vs. Experimento 3 probablemente se debe al distinto contexto en que fueron presentados los pares de palabras. Durante la lectura de frases, una robusta deflexión positiva del ERP para las condiciones con invalidez entre vista previa y target aparentemente hizo desaparecer el efecto principal de beneficio de vista previa aún observado por los mismos pares de estímulos en Experimento 2.

Efectos invertidos del beneficio de vista previa en las distintas condiciones de target.

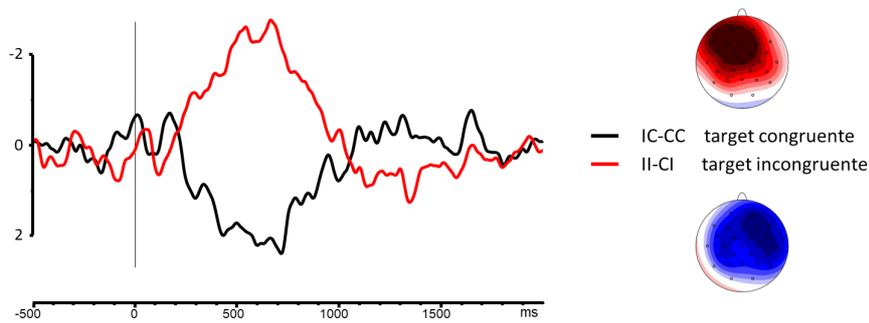


Figura 18. Ondas diferencia entre FRPs de vista previa incongruente-congruente separadas para las dos condiciones del target

3.3.5.1. Efecto parafoveal en la fovea

En primer lugar, se ha observado el efecto parafoveal en la fovea que se ha descrito en los FRPs asociados a la manipulación de la vista previa. El efecto N400 comenzó a partir de los 280 ms mostrando evidentes diferencias a partir de los 300 ms y sin influencia del factor target post-sácada. Las características de este efecto N400 parafoveal se mantienen con respecto al Experimento 2 aunque se adelantan aproximadamente 100 ms y de nuevo coinciden con el efecto N400 estándar asociado con el procesamiento semántico de palabras en la fovea (Lazlo & Federmeier, 2009). En general, la evidencia por la influencia de la vista previa parafoveal a nivel ortográfico está bien contrastada (Inhoff, Starr, & Shindler, 2000; Pynte, Kennedy, & Ducrot, 2004), sin embargo, la principal controversia se encuentra en

cuanto a la influencia de las propiedades léxico-semánticas (Drieghe, et al., 2008; Risse y Kliegl (2014). El efecto encontrado en los FRPs con respecto al efecto de la información parafoveal en la fovea y en el contexto de una lectura de mayor validez ecológica evidencia que, durante la lectura de las frases de este experimento, la información foveal y parafoveal del span perceptivo son activadas en paralelo. El procesamiento de ambos significados afecta al mismo componente N400 independientemente de la manipulación en el target, por lo que parecen estar siendo activados e integrados como parte de un mismo proceso cognitivo.

3.3.5.2. Efectos de beneficio de la vista previa parafoveal

En los FRPs asociados al beneficio de la vista previa, tras el cruce del límite, la interacción entre la vista previa y el target impide que se dé un efecto principal de beneficio de vista previa en la N400 puesto los efectos se muestran de forma invertida a través de las distintas condiciones de target (Figura 16). Los efectos observados en la latencia del componente P200 coinciden con el componente conocido como positividad debida a la vista previa (Dimigen et al., 2012; Li et al., 2015; Kornrumpf, Niefind, Sommer, & Dimigen, 2016), y es debida a la validez de la vista previa parafoveal. Este efecto se observa en la ventana temporal del componente N1, principalmente en electrodos occipito-temporales de ambos hemisferios (P7 y P8), entre los 200-300 ms después de la fijación post-límite. Este efecto (Figura 18), se confirma en el presente estudio a partir de un ANOVA *vista previa x target x electrodo* en los electrodos P7 y P8: $F(1,22)=5.2$, $p<0.03$, $\eta_p^2=0.58$. Cuando el target era congruente con el prime, el efecto de vista previa congruente ($0.54 \mu V$) frente a la incongruente ($-0.47 \mu V$) produjo un beneficio en el procesamiento del target en ambos electrodos: $t(147)=1.95$, $p<0.05$ en ambos electrodos.

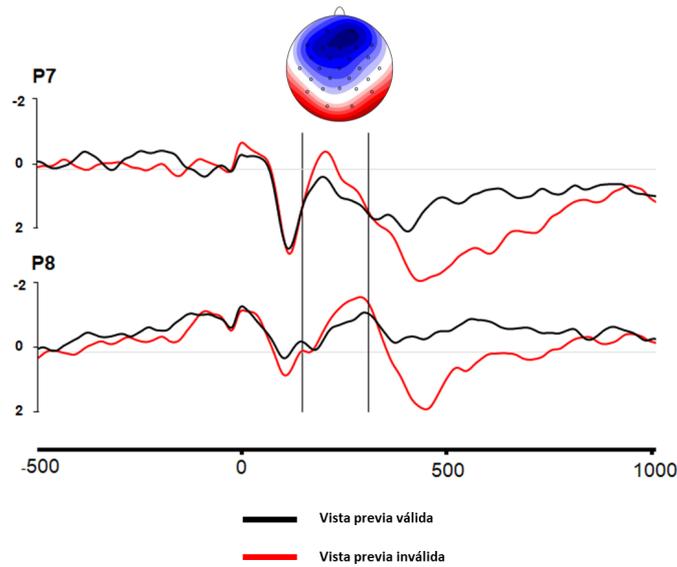


Figura 19. FRP en electrodo parietal izquierdo (P7) y parietal derecho (P8) que muestra el efecto positivo de la vista previa (PP).

La positividad asociada a la vista previa se hipotetiza que puede reflejar una facilitación a nivel de representaciones ortográficas, fonológicas o léxicas (Niebing & Dimigen, 2016). Barber y Kutas (2007) sitúan el rango del procesamiento ortográfico entre los 250 y 400 ms después de la presentación de una palabra en los ERPs y en estudios de facilitación ortográfica (Carreiras, Perea, Vergara, & Pollatsek, 2009).

En el componente N400 se confirma el efecto de la vista previa mostrado por Dimigen y colaboradores en tres estudios diferentes (Dimigen et al., 2012; Li et al., 2015; Niefind & Dimigen, 2016). Aunque no hubo efecto principal de la vista previa después de la sácada (ver Figura 17, gráfica central), disolviendo la interacción entre los efectos de vista previa y

target, como en el Experimento 2, los análisis de las condiciones experimentales por separado mostraron una contribución adicional del componente semántico de las palabras presentadas en la vista previa (o de la integración prime-vista previa) en el procesamiento del target que se ve reflejada en el LPC. Por tanto, en esta ventana, a pesar de esperar un efecto claro de beneficio de vista previa, encontramos que la positividad que parece surgir del factor latente de invalidez entre vista previa y target de nuestro diseño experimental (ver Figura 17, gráfica inferior), está enmascarando este efecto. Futuros experimentos podrían eliminar la incongruencia en el target post-límite del diseño experimental con el fin de observar si el efecto de beneficio de una vista previa congruente semánticamente se ve reflejado en estas latencias.

A partir de los 450 ms, el efecto debido a la invalidez entre la vista previa y el target (ver gráfica inferior de la Figura 17), al contrario que en el Experimento 2, en el que la positividad la relacionamos con la etapa de resolución del juicio semántico, este efecto parece corresponder a una etapa de re-análisis en la que se evidencia que la vista previa fue procesada e integrada y tiene repercusiones en etapas posteriores a la fijación del target. Futuros experimentos deben disociar estos efectos tardíos que reflejan el impacto de la vista previa en fijaciones sucesivas (Sperlich, et al., 2015).

En resumen, encontramos un efecto de la parafovea en la fovea y de vista previa parafoveal en una situación de lectura de mayor validez ecológica. La descripción de los efectos semánticos parafoveales (disociación, curso temporal e interacción) en el contexto de una tarea de lectura de frases resulta de interés puesto que afecta a las predicciones de los modelos de control oculomotor durante la lectura. El efecto de la influencia de la vista previa

sobre el procesamiento del prime invita a replantear el debate acerca de si las propiedades léxico-semánticas de las palabras percibidas parafovealmente son procesadas. En cuanto al debate sobre el cuándo, el corregistro de movimientos oculares y de la actividad eléctrica cerebral permiten disociar diferentes procesos implicados en el reconocimiento de palabras y seguir el curso temporal en sucesivas fijaciones. Nuestros resultados apoyan la noción de que la atención se distribuye a través del span perceptivo, como postulan modelos como el SWIFT (Engbert, et al., 2002; Engbert & Kliegl, 2011). El nivel de procesamiento de las palabras depende de la excentricidad y la longitud de las palabras, además de su frecuencia y predictibilidad. Podemos concluir que, en el contexto de lectura de frases, al menos en este experimento, la información foveal y parafoveal puede ser procesada simultáneamente y el producto de la integración de estas representaciones afecta a fases posteriores de la lectura. Asimismo, se demuestra que la combinación de los FRPs con el paradigma de límites y la técnica de cambio de pantalla y contingente a la mirada es un método útil para determinar las variables que pueden modular el procesamiento paralelo durante la lectura de frases.

EXPERIMENTO 3. Procesamiento parafoveal durante la lectura de frases. Corregistro de movimientos oculares y EEG

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

4. DISCUSIÓN GENERAL

En la presente tesis, hemos estudiado el procesamiento parafoveal durante la lectura de palabras en diferentes contextos de lectura - variando la tarea y el tipo de materiales lingüísticos - mediante la manipulación de la información presente en el span perceptivo, incluyendo la fovea, y en particular, la parafovea derecha. En el Experimento 1 se puso a prueba si la carga de procesamiento de una palabra percibida fovealmente, modulaba el nivel de procesamiento de palabras percibidas parafovealmente que variaron en función de la relación semántica con la palabra central contrastado por una condición de identidad o repetida. Los resultados obtenidos a partir del análisis de los ERPs asociados a la presentación de las tríadas mostraron una modulación de la información procesada parafovealmente en función de la carga foveal. Encontramos un efecto temprano en la condición de baja carga foveal en el que observamos diferencias significativas entre las condiciones repetida frente a relacionada y no relacionada, pero no entre relacionada y no relacionada con la palabra central. Este resultado es coherente con resultados previos, como el estudio de Baccino y Manunnta (2005), en el que se detectan las primeras influencias de la información parafoveal en el procesamiento de la palabra fijada a partir de los 150 ms. A la hora de evaluar el hecho de no encontrar diferencias entre la condición relacionada y no relacionada de la vista previa, es importante tener en cuenta que la tarea fue un factor restrictivo para el procesamiento de la información parafoveal puesto que los participantes debían reconocer el nombre de un animal en la segunda palabra de la triada, es decir, en

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

posición foveal, ignorando el resto de la información. Otro factor que creemos que ha influido a la hora de observar diferencias en latencias tempranas ha sido el grado de relación semántica entre las palabras. Para asegurar un máximo control de la longitud en la vista previa parafoveal impusimos el criterio de respetar la longitud de la palabra situada en posición central. Este hecho implicó renunciar a asociados semánticos de mayor fuerza asociativa. A pesar de ello, el resultado de la interacción en el componente N400 entre el factor carga foveal y tipo de vista previa parafoveal se encuentra en línea con la propuesta de Kliegl y colaboradores (2007), donde muestran cómo el span perceptivo cambia de manera dinámica a través del texto en función de las propiedades lingüísticas de las palabras que abarca el span perceptivo. Aunque en la literatura revisada con diseños de pares de palabras (Baccino y Manunta, 2005; Pernet et al., 2007; Simola et al., 2009), no se atiende al componente N400, creemos que siendo este el principal índice del intento automático del sistema cognitivo para acceder al significado (Laszlo & Federmeier, 2014), este representa una medida fiable de la influencia de estas manipulaciones. En la literatura de ERPs no se cuestiona la influencia de variables semánticas en torno a esta latencia ya sea en experimentos de reconocimiento visual de palabras o durante la lectura de frases, sin embargo, parece que existe un sesgo debido a la técnica de MO a la hora de interpretar los resultados de la técnica de ERPs. El hecho de que la latencia de este efecto, con el voltaje como variable dependiente, no coincida con el tiempo de fijación de la palabra, sin embargo, no invalida un resultado positivo en la detección de un efecto en los ERPs.

Este primer experimento se planteó con la intención de estudiar la modulación del span perceptivo por las propiedades lingüísticas de los estímulos y, además, con la intención de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

poner a prueba una primera sincronización entre las medidas de EEG y MO. El rastreador ocular se usó como medio para no comprometer la percepción parafoveal de las palabras situadas en el flanco derecho, enviando pulsos TTL hacia el registro EEG sincronizados con la sácada. Esta sincronización sirvió de base para el siguiente experimento, el Experimento 2, mediante el cual nos planteamos mejorar la validez ecológica de las medidas permitiendo la sácada hacia la palabra situada en el flanco derecho. De este modo mejoramos varios aspectos relacionados con la validez ecológica del primero, entre ellos incorporar al proceso lector el control oculomotor y la programación sacádica, aspectos cruciales en la lectura. Dado que la información parafoveal puede afectar al procesamiento de la palabra actualmente fijada (efecto parafoveal en la fovea) y que las palabras parafovealmente percibidas pueden beneficiarse de este pre-procesamiento cuando son fijadas posteriormente (efecto del beneficio de la vista previa), utilizamos la misma manipulación sobre la vista previa parafoveal, estudiando el efecto después de que los participantes desplazaran su mirada hacia la palabra target.

Encontramos un efecto parafoveal en la fovea asociado a la presentación de los pares de palabras prime- vista previa en la ventana N400 en consonancia con el encontrado en el Experimento 1 donde la mayor negatividad se encontró para la condición no relacionada semánticamente con el prime. De nuevo, un efecto provocado por una manipulación de naturaleza semántica indicó que las palabras en la parafovea fueron procesadas y rápidamente integradas. Estos resultados además son consistentes con los datos obtenidos con el paradigma RSVP de palabras flanqueadas (Barber et al., 2010, 2012, 2013; Li et al., 2015).

Tras la sácada, en el FRP, encontramos una modulación del componente P200 y N400 que

mostró un efecto de beneficio de la vista previa. Estos resultados demuestran que, al menos en las condiciones óptimas de este experimento, la información foveal y parafoveal puede ser procesada e integrada simultáneamente.

En línea con el diseño experimental del Experimento 2, construimos frases a partir de los pares relacionados semánticamente utilizados como estímulos en Experimento 2, siempre asegurando de construir frases en las que prime y target fueran palabras vecinas. Este hecho planteaba limitaciones con respecto a la construcción de frases con una estructura coherente. Finalmente optamos por construir frases enumerativas y separando los pares de palabras por comas. De este modo hemos podido estudiar efectos de la misma manipulación del Experimento 2 en un contexto de lectura aún más natural y observar el curso temporal de procesamiento e integración de la información parafoveal en el contexto de una lectura de frases enteras. Este fue por tanto el principal objetivo y los resultados son consistentes en cuanto al efecto parafoveal en la fovea, de nuevo se confirma el efecto debido a la vista previa y se observa en el componente N400. En este caso, la latencia se adelantó 50 ms con respecto al segundo y primer experimento. Resultados previos han mostrado como en el contexto de la lectura de frases, la latencia de los componentes relacionados con acceso al léxico e integración post-léxica se adelantan (Kretzschmar et al., 2009; 2015; Dimigen et al., 2016). Con respecto al efecto de beneficio de la vista previa hemos replicado resultados anteriores en relación a la positividad relacionada con la vista previa válida, entre los 200 y 300 ms después de la fijación en el target y probablemente relacionada con la etapa de acceso e integración léxica. En el componente N400, no podemos establecer un claro efecto principal de validez de la vista previa puesto que la interacción entre la vista previa y target

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

se explica por efectos invertidos de la vista previa según el tipo de target. Como en el Experimento 2, observamos una positividad relacionada a la invalidez entre ambos factores aunque en este caso esta positividad ha modulado el componente N400 y parece ser el responsable de no poder observar el beneficio como efecto principal porque el segundo parece haber quedado enmascarado por el primero. Proponemos que diferencias atencionales y estratégicas determinadas por la tarea y el contexto de los estímulos pueden ser responsables de las diferencias observadas en los resultados de los Experimentos 2 y 3. La tarea del Experimento 2 fue un juicio semántico que invitaba explícitamente a un examen de la relación semántica entre palabras, y en por tanto, a la resolución de las respectivas incongruencias. En el Experimento 3, en una tarea de lectura de frases enumerativas, la lectura se caracteriza por un mayor grado de aceptación de las incongruencias semánticas y este hecho puede hacer que palabras que a priori pueden ser incongruentes semánticamente, en el contexto de estas frases pueden ser integradas perfectamente puesto que el contexto y la estructura de la frase no restringen demasiado el espacio semántico. Posiblemente eso resultaría en un patrón más liberal en cuanto a procesar incongruencias semánticas que habrá dado lugar a que los participantes fueran especialmente sensibles a la validez entre vista previa y target en el Experimento 3, cuyo principal resultado fue que en los FRPs se enmascararon los efectos potencialmente más claros de beneficio de vista previa. Futuros experimentos deben desentrañar el efecto de esta positividad y si está relacionada con etapas de re-análisis e integración de la incongruencia parafoveal en sucesivas fijaciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

5. Referencias

- Angele, B., Slattery, T. J., Yang, J., Kliegl, R., & Rayner, K. (2008). Parafoveal processing in reading: Manipulating $n+1$ and $n+2$ previews simultaneously. *Visual cognition*, *16*(6), 697-707.
- Baccino, T., & Manunta, Y. (2005). Eye-fixation-related potentials: Insight into parafoveal processing. *Journal of Psychophysiology*, *19*(3), 204-215.
- Balota, D. A., & Rayner, K. (1991). Word recognition processes in foveal and parafoveal vision: The range of influence of lexical variables. *Basic processes in reading: Visual word recognition*, 198-232.
- Barber, H. A., Ben-Zvi, S., Bentin, S., & Kutas, M. (2011). Parafoveal perception during sentence reading? An ERP paradigm using rapid serial visual presentation (RSVP) with flankers. *Psychophysiology*, *48*(4), 523-531.
- Barber, H. A., Doñamayor, N., Kutas, M., & Münte, T. (2010). Parafoveal N400 effect during sentence reading. *Neuroscience Letters*, *479*(2), 152-156.
- Barber, H. A., Van der Meij, M., & Kutas, M. (2013). An electrophysiological analysis of contextual and temporal constraints on parafoveal word processing. *Psychophysiology*, *50*(1), 48-59.
- Becker, W., Jürgens, R. (1979). An analysis of the saccadic system by means of double step stimuli. *Vision Research*, *19*(9), 967-83.
- Bouma, H. (1970). Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature*, *226*, 177-178.

- Carr, T. H. (2005). On the Functional Architecture of Language and Reading: Trade-Offs Between Biological Preparation and Cultural Engineering. En U. A. Mayr, *Developing Individuality in the human brain: A tribute to Michael I. Posner* (págs. 17-44). Washington, DC: American Psychological Association.
- Carreiras, M., Perea, M., Vergara, M., & Pollatsek, A. (2009). The time course of orthography and phonology: ERP correlates of masked priming effects in Spanish. *Psychophysiology*, *46*(5), 1113-1122.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M. A., Michel, F., (2000). The visual word form area: Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain*, *123*, 291-307.
- Dambacher, M., Kliegl, R., Hofmann, M., & Jacobs, A. M. (2006). Frequency and predictability effects on event-related potentials during reading. *Brain Research*, *1084*(1), 89-103.
- Dambacher, M., & Kliegl, R. (2007). Synchronizing timelines: relations between fixation durations and N400 amplitudes during sentence reading. *Brain Research*, *1155*, 147-162.
- De Valois, R. L., & De Valois, K. K. (1993). A multi-stage color model. *Vision research*, *33*(8), 1053-1065.
- Drieghe, D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2008). Mislocated fixations can account for parafoveal-on-foveal effects in eye movements during reading. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*(8), 1239-1249.
- Dimigen, O., Kliegl, R., & Sommer, W. (2012). Trans-saccadic parafoveal preview benefits

- in fluent reading: a study with fixation-related brain potentials. *NeuroImage*, 62(1), 381-393.
- Dimigen, O., Sommer, W., Hohlfeld, A., Jacobs, A. M., & Kliegl, R. (2011). Coregistration of eye movements and EEG in natural reading: analyses and review. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(4), 552.
- Donders, F. C. (1969/1868). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412-431.
- Duchon, A., Perea, M., Sebastian-Galles, N., Marti, A., Carreiras, M. (2013). EsPal: One-stop shopping for Spanish word properties. *Behavior Research Methods*, 45, 1246-1258.
- Engbert, R. &. (2011). Parallel graded attention models of reading. En I. D. S. P. Liversedge, *The Oxford Handbook of Eye Movements* (págs. 787-800). Oxford University Press.
- Engbert, R. L. (2002). A dynamical model of saccade generation in reading based on spatially distributed lexical processing. *Vision Research*, 42, 621-636.
- Engbert, R., & Kliegl, R. (2011). Parallel graded attention models of reading. En S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist, & S. Everling, *The Oxford Handbook of Eye Movements* (págs. 787-800). Oxford: Oxford University Press.
- Federmeier, K. D., & Laszlo, S. (2009). Time for meaning: Electrophysiology provides insights into the dynamics of representation and processing in semantic memory. *Psychology of learning and motivation*, 51, 1-44.
- Fernández, A., Díez, E. & Alonso, M. A. (2012, november 15). Normas de Asociación libre en castellano de la Universidad de Salamanca [online database]. Retrieved from <http://www.usal.es/gimc/nalc>
- Fernández, A., Díez, E., Alonso, M. A., & Beato, M. S. (2004). Free-association norms for

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

- the Spanish names of the Snodgrass and Vanderwart pictures. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 577-583.
- Frömer, R., Dimigen, O., Niefind, F., Krause, N., Kliegl, R., & Sommer, W. (2015). Are individual differences in reading speed related to extrafoveal visual acuity and crowding? *PloS one*, 10(3).
- Henderson, J. M., & Ferreira, F. (1990). Effects of foveal processing difficulty on the perceptual span in reading: implications for attention and eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(3), 417.
- Hillyard, S. A., & Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annual review of psychology*, 34(1), 33-61.
- Hohenstein, S., Laubrock, J., & Kliegl, R. (2010). Semantic preview benefit in eye movements during reading: A parafoveal fastpriming study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 1150-1170.
- Hutzler, F., Braun, M., Vö, M.L., Engl, V., Hofmann, M., Dambacher, M., Leder, H., & Jacobs, A.M. (2007). Welcome to the real world: validating fixation-related brain potentials for ecologically valid settings. *Brain Research*, 1172, 124-129.
- Irwin, D. (1998). Lexical processing during saccadic eye movements, *Cognitive Psychology*, 36(1), 1-27
- Johnson, R.L., Perea, M., y Rayner, K. (2007). Transposed-letter effects in reading: Evidence from eye movements and parafoveal preview. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(1), 209.
- Kennedy, A. (1998). The influence of parafoveal words on foveal inspection time: evidence for a processing trade-off. En G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and*

scene perception (págs. 149 – 223). Oxford: Elsevier.

Kennedy, A., & Pynte, J. (2005). Parafoveal-on-foveal effects in normal reading. *Vision Research, 45*, 153–168.

Kennison, S. M., & Clifton, C. (1995). Determinants of parafoveal preview benefit in high and low working memory capacity readers: Implications for eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21*(1), 68.

Kliegl, R., Dambacher, M., Dimigen, O., Jacobs, A. M., & Sommer, W. (2012). Eye movements and brain electric potentials during reading. *Psychological research, 76*(2), 145-158.

Kliegl, R., Dambacher, M., Dimigen, O., & Sommer, W. (2014). Oculomotor control, brain potentials, and timelines of word recognition during natural reading. In *Current Trends in Eye Tracking Research* (pp. 141-155). Springer International Publishing.

Kliegl, R., Grabner, E., Rolfs, M., & Engbert, R. (2004). Length, frequency, and predictability effects of words on eye movements in reading. *European Journal of Cognitive Psychology, 16*(1-2), 262-284.

Kornrumpf, B., Niefind, F., Sommer, W., & Dimigen, O. (2016). Neural correlates of word recognition: A systematic comparison of natural reading and rapid serial visual presentation. *Journal of cognitive neuroscience*.

Kretzschmar, F., Bornkessel-Schlesewsky, I., Schlewsky, M. (2009). Parafoveal versus foveal N400s dissociate spreading activation from contextual fit. *Neuroreport, 20*(18), 1613-1618.

Kutas, M., & Federmeier, K. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences, 4*(12), 463-470.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event related brain potential (ERP). *Annual review of psychology*, 62, 621.
- Laubrock, J., & Hohenstein, S. (2012). Orthographic consistency and parafoveal preview benefit: A resource-sharing account of language differences in processing of phonological and semantic codes. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(05), 292-293.
- Luck, S. J. (2005). An introduction to the event-related potential technique. Cambridge, MA: MIT Press.
- McConkie, G. W., & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*, 17(6), 578-586.
- Marx, C., Hutzler, F., Schuster, S., & Hawelka, S. (2016). On the Development of Parafoveal Preprocessing: Evidence from the Incremental Boundary Paradigm. *Frontiers in psychology*, 7, 514.
- Marton, M., Szirtes, J., & Breuer, P. (1985). Electrocortical signs of word categorization in saccade-related brain potentials and visual evoked potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 3, 131-144.
- Marton, M., & Szirtes, J. (1988). Context effects on saccade-related brain potentials to words during reading. *Neuropsychologia*, 26, 453-463
- Niefind, F., & Dimigen, O. (2016). Dissociating parafoveal preview benefit and parafoveal-on-fovea effects during reading: A combined eye tracking and EEG study. *Psychophysiology*, 53(12), 1784-1798.
- Pelli, D. G., Tillman, K. A., Freeman, J., Su, M., Berger, T. D., & Majaj, N. J. (2007).

- Crowding and eccentricity determine reading rate. *Journal of vision*, 7(2), 20-20.
- Pernet, C., Uusvuori, J., & Salmelin, R. (2007). Parafoveal-on-foveal and foveal word priming are different processes: Behavioral and neurophysiological evidence. *NeuroImage*, 38, 321-330.
- Pollatsek, A. L. (1992). Phonological codes are used in integrating information across saccades in word identification and reading. *Journal Experimental Psychology. Human, Perception & Performance*, 18(1), 148-162.
- Pollatsek, A., Lesch, M., Morris, R. K., & Rayner, K. (1992). Phonological codes are used in integrating information across saccades in word identification and reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(1), 148-162.
- R Development Core Team. (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rayner, K., Slowiaczek, M. L., Clifton, C., & Bertera, J. H. (1983). Latency of sequential eye movements: implications for reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9(6), 912.
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of experimental child psychology*, 41(2), 211-236.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychonomic Bulletin & Review*, 372-422.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506.
- Rayner, K., and Pollatsek, A. (2013). Basic processes in reading. En D. Reisberg (Ed.), *The*

Oxford Handbook of Cognitive Psychology (págs. 442–461). New York: Oxford University Press.

Rayner, K., Schotter, E. R., Masson, M. E., Potter, M. C., & Treiman, R. (2016). So Much to Read, So Little Time How Do We Read, and Can Speed Reading Help? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(1), 4-34.)

Reichle, & Sheridan. (2014). E-Z Reader: An overview of the model and two recent applications. En T. A. Pollatsek A, *Oxford handbook of reading*. Oxford: Oxford University Press.

Reichle, E. D., Liversedge, S. P., Drieghe, D., Blythe, H. I., Joseph, H. S., White, S. J., & Rayner, K. (2013). Using EZ Reader to examine the concurrent development of eye-movement control and reading skill. *Developmental Review*, 33(2), 110-149.

Reichle, E. D., Warren, T., & McConnell, K. (2009). Using EZ Reader to model the effects of higher level language processing on eye movements during reading. *Psychonomic bulletin & review*, 16(1), 1-21.

Schilling, H. E., Rayner, K., & Chumbley, J. I. (1998). Comparing naming, lexical decision, and eye fixation times: word frequency effects and individual differences. *Memory & Cognition*, 26(6), 1270-1281.

Schotter, E. R., Angele, B., & Rayner, K. (2012). Parafoveal processing in reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(1), 5-35.

Simola J., Holmqvist K., & Lindgren M. (2009). Right visual field advantage in parafoveal processing: evidence from eye-fixation-related potentials. *Brain and Language*, 111(2), 101-113.

Sperlich, A., Meixner, J., & Laubrock, J. (2016). Development of the perceptual span in

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

reading: A longitudinal study. *Journal of experimental child psychology*, 146, 181-201.

Sperlich, A., Schad, D. J., & Laubrock, J. (2015). When preview information starts to matter: Development of the perceptual span in German beginning readers. *Journal of Cognitive Psychology*, 27(5), 511-530.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.

Yan, M. (2015). Visually complex foveal words increase the amount of parafoveal information acquired. *Vision research*, 111, 91-96.

Yan, M., Richter, E. M., Shu, H., & Kliegl, R. (2009). Readers of Chinese extract semantic information from parafoveal words. *Psychonomic bulletin & review*, 16(3), 561-566.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

6. APÉNDICES

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

106

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

6.1. APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|------------------|--------|----------|-------------|----------------|
| risa | moño | moño | pelo | paté |
| filo | ovni | ovni | nave | azar |
| caja | sien | sien | nuca | musa |
| frío | yate | yate | vela | foto |
| rosa | clip | clip | hoja | mito |
| lugo | baúl | baúl | ropa | grúa |
| iván | zumo | zumo | piña | olmo |
| peso | soga | soga | nudo | higo |
| perú | olla | olla | cena | nuez |
| tubo | pañó | pañó | seda | puño |
| rato | test | test | cruz | caña |
| josé | yeso | yeso | obra | lema |
| coco | taxi | taxi | bono | arpa |
| sede | yoyó | yoyó | hilo | bata |
| ente | cazo | cazo | sopa | alma |
| panel | tapón | tapón | regla | sauce |
| vuelo | tarta | tarta | horno | lejía |
| presa | satán | satán | miedo | labio |
| ficha | manía | manía | vicio | chopo |
| tramo | rifle | rifle | cañón | púgil |
| señor | matiz | matiz | toque | tirón |
| cruce | folio | folio | clase | canoa |
| pesca | tumor | tumor | pecho | rosal |
| jorge | tacto | tacto | gusto | cesto |
| metro | dogma | dogma | sabio | saldo |
| esquí | apodo | apodo | Colón | muela |
| maría | gofio | gofio | leche | telón |
| fallo | caspa | caspa | picor | tilde |
| oscar | comba | comba | salto | suero |
| línea | mugre | mugre | barro | senda |
| ensayo | tarzán | tarzán | jungla | dúctil |
| diablo | Cupido | Cupido | flecha | rábano |
| empeño | ruleta | ruleta | suerte | sequía |
| montón | pincel | pincel | brocha | coraza |
| puerta | sufijo | sufijo | lengua | hiedra |
| escaño | decoro | decoro | escena | pulgar |
| docena | germen | germen | célula | carmin |
| tronco | espiga | espiga | corona | ciclón |
| brasil | salado | salado | hambre | hilera |
| huerta | timbre | timbre | alarma | legión |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

107

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| cebada | rutina | rutina | pereza | escala |
| misión | fraile | fraile | sotana | rebaja |
| laguna | formón | formón | madera | oficio |
| volumen | pupitre | pupitre | asiento | cortijo |
| mensaje | antifaz | antifaz | máscara | bandeja |
| fortuna | champán | champán | botella | aprecio |
| infanta | brújula | brújula | círculo | comedor |
| cazador | tubería | tubería | arreglo | colchón |
| proceso | granero | granero | establo | falacia |
| esencia | peinado | peinado | coqueta | faringe |
| cáscara | tornado | tornado | huracán | sangría |
| técnica | mejilla | mejilla | cachete | compota |
| castaño | reclamo | reclamo | auxilio | nadador |
| bandera | lotería | lotería | milagro | biquini |
| importe | éxtasis | éxtasis | cocaína | pantano |
| revista | melodía | melodía | armonía | embalse |
| tiroteo | adobado | adobado | pescado | técnico |
| oración | jaqueca | jaqueca | cerebro | sección |
| brasero | ampolla | ampolla | líquido | calzado |
| navidad | taladro | taladro | agujero | pulsera |
| júpiter | laringe | laringe | esófago | tomillo |
| maratón | bulimia | bulimia | enferma | dictado |
| ruta | dios | dios | zeus | moda |
| hijo | base | base | meta | codo |
| asia | duda | duda | idea | taco |
| vigo | arte | arte | goya | lago |
| pozo | cine | cine | ocio | goma |
| hija | área | área | zona | dado |
| tono | roma | roma | papa | aseo |
| leña | fase | fase | onda | pico |
| luna | masa | masa | bola | arco |
| pila | raíz | raíz | flor | euro |
| gama | tren | tren | humo | peón |
| hito | paro | paro | lnem | bolo |
| adam | olor | olor | café | ítem |
| baño | nido | nido | paja | rulo |
| jaén | robo | robo | arma | cava |
| carne | forma | forma | curva | pique |
| milan | lugar | lugar | sitio | fleco |
| acoso | final | final | curso | torio |
| sabor | padre | padre | coche | funda |
| unido | noche | noche | amada | sonda |
| barra | serie | serie | humor | humus |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxiQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| renta | papel | papel | árbol | rumor |
| aldea | causa | causa | error | misil |
| marco | salud | salud | vejez | poste |
| átomo | disco | disco | baile | trapo |
| bruja | carta | carta | pluma | grifo |
| motor | china | china | arroz | vocal |
| temor | mitad | mitad | huevo | latín |
| pausa | líder | líder | tribu | guiso |
| censo | grado | grado | calor | talón |
| ruina | venta | venta | magia | ozono |
| azúcar | guerra | guerra | bosnia | Sésamo |
| asalto | número | número | cuenta | dopaje |
| enigma | debate | debate | charla | pelvis |
| camión | sector | sector | límite | cerezo |
| abrazo | semana | semana | jueves | orador |
| cuello | medida | medida | altura | furgón |
| afecto | título | título | cartel | lucero |
| ángulo | puerto | puerto | muelle | solapa |
| cárcel | fuerza | fuerza | ciudad | joyero |
| regalo | prueba | prueba | física | envase |
| sólido | página | página | novela | bóveda |
| fútbol | fiesta | fiesta | bebida | protón |
| tomate | código | código | postal | ortiga |
| perdón | marido | marido | esposa | caudal |
| secador | trabajo | trabajo | horario | azucena |
| tributo | consejo | consejo | amistad | andamio |
| alcohol | partido | partido | béisbol | raqueta |
| recinto | acuerdo | acuerdo | negocio | ginebra |
| armario | derecho | derecho | abogado | nitidez |
| poblado | francia | francia | colonia | cerrojo |
| sendero | energía | energía | rapidez | abuqueo |
| verdugo | carrera | carrera | estudio | viernes |
| promesa | policía | policía | tráfico | rosario |
| reflejo | función | función | cálculo | portada |
| autobús | entrada | entrada | pasillo | natilla |
| sevilla | gestión | gestión | trámite | arteria |
| moncloa | memoria | memoria | almacén | teclado |
| víspera | peligro | peligro | socorro | listado |
| autovía | terreno | terreno | piscina | clavija |
| doblaje | recurso | recurso | aparato | especie |
| impulso | maestro | maestro | lección | abanico |
| estreno | combate | combate | disputa | alcalde |
| talento | triumfo | triumfo | derrota | algodón |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| celo | seta | seta | pino | plan |
| oslo | riña | riña | odio | cana |
| díez | ceja | ceja | daño | mora |
| mama | reja | reja | casa | laúd |
| irán | ramo | ramo | boda | imán |
| veto | joya | joya | lujo | teja |
| rota | pata | pata | mesa | feto |
| modo | lazo | lazo | sida | urna |
| cría | iglú | iglú | polo | viña |
| loma | caca | caca | bebé | puro |
| sudor | toldo | toldo | circo | firma |
| canal | buzón | buzón | túnel | polen |
| ceuta | tacón | tacón | punta | drago |
| clima | lepra | lepra | brazo | robot |
| primo | jarra | jarra | hielo | tapiz |
| rival | garra | garra | hueso | ático |
| rocío | puñal | puñal | acero | asilo |
| rumbo | palco | palco | turno | muñón |
| tabla | pugna | pugna | tesón | tango |
| resta | abono | abono | fruto | pulso |
| ánimo | turba | turba | Islam | soplo |
| plomo | monja | monja | santa | audio |
| vídeo | faena | faena | hogar | jóven |
| hacha | gripe | gripe | nariz | virus |
| viuda | pasta | pasta | fibra | manto |
| rasgo | grapa | grapa | metal | Rusia |
| rango | dedal | dedal | traje | verbo |
| hotel | millo | millo | grano | arpón |
| medio | betún | betún | color | freno |
| poeta | teide | teide | nieve | lacra |
| abadía | boceto | boceto | figura | follón |
| paraje | candil | candil | lumbre | prensa |
| adorno | proeza | proeza | atleta | cólera |
| uranio | corcho | corcho | encina | avión |
| templo | peseta | peseta | moneda | índice |
| alumno | muleta | muleta | férula | chalet |
| ladrón | trompa | trompa | flauta | jazmín |
| tregua | pleito | pleito | delito | trueno |
| divisa | compás | compás | lámina | agente |
| saludo | muñeca | muñeca | casita | acorde |
| océano | platón | platón | grecia | cadera |
| aliado | fatiga | fatiga | agonía | núcleo |
| tutela | flemón | flemón | cuerpo | elipse |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxiQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| virgen | hórreo | hórreo | cabaña | sujeto |
| hierba | suéter | suéter | camisa | doctor |
| décimo | gaveta | gaveta | cubeta | lóbulo |
| rector | caries | caries | diente | patera |
| cuadro | charca | charca | arroyo | soneto |
| boletín | modista | modista | vestido | nitrito |
| símbolo | alergia | alergia | sonrisa | letrado |
| asombro | aguante | aguante | firmeza | paladar |
| obreros | chorizo | chorizo | matanza | ascenso |
| reparto | madrina | madrina | ahijada | capilar |
| permiso | epílogo | epílogo | prólogo | machete |
| influjo | escalón | escalón | peldaño | migraña |
| apóstol | métrica | métrica | cuartel | portero |
| entidad | folleto | folleto | turismo | tráquea |
| bélgica | diploma | diploma | ganador | lenteja |
| párrafo | lejanía | lejanía | paisaje | patente |
| familia | higiene | higiene | cepillo | calibre |
| calzada | subasta | subasta | apuesta | cascada |
| cirugía | arañazo | arañazo | rasguño | refugio |
| titular | ketchup | ketchup | mostaza | mutante |
| tortura | ponzoña | ponzoña | mentira | tirante |
| tapa | mano | mano | dedo | cono |
| jose | hora | hora | cita | capa |
| paco | edad | edad | sexo | lata |
| timo | club | club | golf | laca |
| mina | niño | niño | cuna | coto |
| niza | boca | boca | cara | mazo |
| vida | juez | juez | toga | yema |
| beca | cura | cura | misa | muro |
| alba | auto | auto | moto | miel |
| copa | tela | tela | saco | ateo |
| cien | bote | bote | peña | Cuba |
| foro | cera | cera | oído | tuna |
| grasa | mundo | mundo | globo | dieta |
| envío | norte | norte | barba | dardo |
| carro | campo | campo | tenis | ojera |
| clavo | razón | razón | mente | parra |
| canon | banda | banda | cinta | mosto |
| pilar | calle | calle | plaza | gramo |
| socio | suelo | suelo | techo | trato |
| video | dicha | dicha | frase | láser |
| album | viaje | viaje | barco | oliva |
| fruta | honor | honor | placa | aleta |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| flujo | sueño | sueño | dolor | talla |
| deseo | junta | junta | unión | furor |
| plaga | tiempo | tiempo | lluvia | obispo |
| cuota | estado | estado | alerta | máster |
| honra | nombre | nombre | abuela | tanque |
| engaño | tierra | tierra | comida | piloto |
| cúpula | región | región | abarca | pijama |
| retiro | cabeza | cabeza | locura | ajuste |
| abrigo | origen | origen | salida | antojo |
| imagen | inglés | inglés | idioma | cólico |
| centro | fútbol | fútbol | bocata | tocino |
| exilio | empleo | empleo | nómina | pivote |
| verdad | teatro | teatro | butaca | pétalo |
| ataque | diario | diario | agenda | millón |
| vecino | riesgo | riesgo | lancha | panera |
| asunto | parque | parque | granja | sorteo |
| jinete | barrio | barrio | chueca | plasma |
| acento | viento | viento | ráfaga | diseño |
| manual | rostro | rostro | espejo | oferta |
| croquis | embargo | embargo | castigo | viruela |
| guardia | mercado | mercado | consumo | vínculo |
| grabado | sentido | sentido | cordura | franela |
| período | iglesia | iglesia | campana | espiral |
| edición | persona | persona | querida | asfalto |
| alianza | defensa | defensa | barrera | colecta |
| emisora | empresa | empresa | fábrica | anteojo |
| nobleza | tratado | tratado | acierto | ovación |
| espanto | espacio | espacio | planeta | perejil |
| cruzada | materia | materia | colegio | desfile |
| censura | corazón | corazón | ternura | estanco |
| artista | escuela | escuela | maestra | viscera |
| demanda | versión | versión | novedad | archivo |
| mención | batalla | batalla | demonio | papilla |
| caldera | ciencia | ciencia | intento | orégano |
| escasez | canción | canción | romance | fichero |
| paraíso | palacio | palacio | riqueza | empaste |
| anuncio | ocasión | ocasión | momento | trípode |
| balance | aumento | aumento | salario | arcilla |
| rechazo | diálogo | diálogo | comedia | cacería |
| captura | destino | destino | llegada | apetito |
| fracaso | crédito | crédito | tarjeta | adición |
| postura | oxígeno | oxígeno | química | actitud |
| gota | viga | viga | palo | anis |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxiQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| tasa | lote | lote | pack | buzo |
| piso | vena | vena | rojo | aula |
| tema | luto | luto | pena | rizo |
| caza | moho | moho | asco | cero |
| burla | pinza | pinza | cable | guión |
| limón | boina | boina | casco | panal |
| ángel | morse | morse | signo | timón |
| liceo | rapto | rapto | huida | sodio |
| sable | bolso | bolso | cuero | ritmo |
| costa | hongo | hongo | tumba | bando |
| danza | jabón | jabón | ducha | linde |
| multa | podio | podio | altar | gruta |
| sonia | ocaso | ocaso | reloj | botín |
| rigor | astro | astro | Marte | tanga |
| clero | brote | brote | vista | samba |
| recta | cajón | cajón | orden | abuso |
| ópera | naipe | naipe | juego | muslo |
| relato | tendón | tendón | pierna | chorro |
| espinas | lavabo | lavabo | bañera | meseta |
| estela | latido | latido | fuerza | niebla |
| escape | zafiro | zafiro | piedra | bíceps |
| inicio | hostal | hostal | posada | veneno |
| postre | enredo | enredo | cadena | cometa |
| concha | velero | velero | dinero | cuadra |
| patrón | pupila | pupila | retina | manjar |
| nevada | melena | melena | coleta | ámbito |
| jugada | hélice | hélice | molino | bombín |
| lisboa | pliego | pliego | cosido | sátira |
| armada | capote | capote | espada | repisa |
| cuenca | sermón | sermón | Biblia | maleza |
| fraude | látigo | látigo | correa | condón |
| piedad | ademán | ademán | manera | romero |
| oportuno | dominó | dominó | abuelo | saliva |
| reposo | abrazo | abrazo | pareja | sílaba |
| colega | chiste | chiste | gracia | parqué |
| cónsul | recelo | recelo | tirria | orilla |
| umbral | casino | casino | estafa | olfato |
| cráneo | demora | demora | guagua | papada |
| noción | cabreo | cabreo | enfado | ribera |
| patria | piropo | piropo | hombre | cordel |
| montaje | vitrina | vitrina | crystal | tráquea |
| profeta | tulipán | tulipán | holanda | certeza |
| usuario | ladrido | ladrido | berrido | comarca |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxiQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| minoría | tractor | tractor | cosecha | capitán |
| lámpara | esparto | esparto | fregona | cintura |
| condena | estuche | estuche | pintura | sulfuro |
| semilla | penuria | penuria | lástima | balanza |
| reserva | resorte | resorte | soporte | vampiro |
| pañuelo | palmera | palmera | arbusto | capilla |
| noruega | agudeza | agudeza | ingenio | estorbo |
| periodo | vinagre | vinagre | manzana | madurez |
| extremo | turista | turista | viajero | almíbar |
| indicio | vocablo | vocablo | palabra | relieve |
| gerente | pradera | pradera | llanura | tequila |
| altitud | pólvora | pólvora | disparo | tostada |
| ponente | taberna | taberna | cerveza | cuantía |
| estadio | dulzura | dulzura | encanto | crucero |
| porción | masacre | masacre | debacle | jeranio |
| cortina | chabola | chabola | mansión | fármaco |
| platino | colador | colador | naranja | réplica |
| máquina | parchís | parchís | ajedrez | bálsamo |
| corteza | mocedad | mocedad | alegría | remedio |
| reforma | leñador | leñador | montaña | jeringa |
| real | agua | agua | vaso | rama |
| ruiz | amor | amor | beso | cuco |
| jefe | cabal | cabal | isla | arca |
| hugo | aire | aire | nube | elfo |
| mozo | acto | acto | sala | faro |
| giro | raza | raza | tipo | coma |
| gala | seno | seno | lado | duna |
| suma | cola | cola | fila | anís |
| vega | tiro | tiro | bala | liga |
| raúl | mapa | mapa | guía | raya |
| sofá | auge | auge | cima | magro |
| piel | maya | maya | inca | foco |
| celta | parte | parte | trozo | flúor |
| grito | grupo | grupo | playa | helio |
| pinto | punto | punto | diana | otoño |
| radar | mujer | mujer | varón | bambú |
| copia | nivel | nivel | calma | tallo |
| falda | apoyo | apoyo | novio | surco |
| pieza | valor | valor | héroe | icono |
| culpa | falta | falta | norma | sedal |
| lucro | época | época | broma | lacón |
| bahía | éxito | éxito | logro | azada |
| vigor | reino | reino | cielo | fémur |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| oreja | lucha | lucha | rabia | fósil |
| finca | texto | texto | arena | motel |
| aviso | autor | autor | verso | latón |
| bolsa | fuego | fuego | monje | galán |
| plato | banco | banco | droga | telar |
| bomba | plazo | plazo | feria | oasis |
| tropa | radio | radio | fecha | dólar |
| buque | museo | museo | prado | pañal |
| letra | etapa | etapa | ciclo | tenor |
| marca | clave | clave | pista | rampa |
| gesto | madrid | madrid | españa | trance |
| rueda | europa | europa | africa | clímax |
| minuto | muerte | muerte | lápida | antena |
| parada | pueblo | pueblo | azteca | verano |
| puente | equipo | equipo | música | baraja |
| tienda | camino | camino | huella | salami |
| oviedo | futuro | futuro | mañana | estaño |
| estima | cámara | cámara | acción | gomina |
| cumbre | estilo | estilo | Italia | aduanas |
| visita | cuarto | cuarto | puesto | cheque |
| hombro | juicio | juicio | maldad | pócima |
| músico | sangre | sangre | herida | senado |
| autora | género | género | poesía | márgen |
| cocina | unidad | unidad | decena | fábula |
| pelota | método | método | teoría | faraón |
| visión | animal | animal | bestia | efecto |
| fiebre | actriz | actriz | modelo | formol |
| ventana | sistema | sistema | esquema | testigo |
| medalla | informe | informe | noticia | montura |
| retorno | mundial | mundial | enfermo | pericia |
| anciano | público | público | soledad | corneta |
| cartera | opinión | opinión | crítica | rescate |
| muralla | cultura | cultura | estatua | platano |
| sumario | interés | interés | lectura | brebaje |
| consola | miembro | miembro | hermano | retoque |
| retablo | régimen | régimen | soldado | billete |
| paquete | aspecto | aspecto | belleza | pálpito |
| oficina | campaña | campaña | fomento | regaliz |
| plátano | respeto | respeto | cuidado | gráfico |
| reunión | presión | presión | tensión | acogida |
| cultivo | vanidad | vanidad | defecto | agencia |
| fobia | gamba | gamba | cebra | bisturí |
| cántaro | lagarto | lagarto | ardilla | apego |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| borde | cabra | cabra | tejón | broca |
| escoba | conejo | conejo | gusano | columna |
| apio | mono | mono | vaca | buda |
| alambre | hormiga | hormiga | ballena | aporte |
| eclipse | tortuga | tortuga | caballo | azufre |
| acné | lobo | lobo | puma | baremo |
| cebo | asno | asno | toro | embrión |
| aroma | ostra | ostra | ganso | baranda |
| cuento | trucha | trucha | urraca | espía |
| altavoz | lombriz | lombriz | bisonte | cofre |
| lápiz | burro | burro | ratón | prosa |
| coro | león | león | atún | abeto |
| acta | topo | topo | sapo | balsa |
| alga | vaca | vaca | rana | barril |
| alamo | koala | koala | cisne | bocado |
| balón | piojo | piojo | orcas | anillo |
| enzima | gacela | gacela | tritón | basura |
| aforo | oruga | oruga | perca | banana |
| alcoba | avispa | avispa | águila | dato |
| asesor | gorila | gorila | búfalo | aerosol |
| bastón | halcón | halcón | castor | ateneo |
| escáner | lechuza | lechuza | caracol | melón |
| abdomen | canguro | canguro | tiburón | anzuelo |
| bombo | gatos | gatos | cerdo | hueco |
| cuenco | nutria | nutria | jirafa | chromo |
| barca | tigre | tigre | pulga | aspa |
| bingo | ameba | ameba | galgo | jaula |
| afición | gallina | gallina | gorrión | cuchara |
| porra | perro | perro | mosca | copla |
| puré | puma | puma | mono | acebo |
| afán | toro | toro | lobo | enchufe |
| bisturí | ardilla | ardilla | sardina | fobia |
| apego | mamut | mamut | erizo | cántaro |
| broca | cebra | cebra | gamba | borde |
| columna | ballena | ballena | lagarto | escoba |
| buda | atún | atún | asno | apio |
| aporte | buitre | buitre | grillo | alambre |
| azufre | gusano | gusano | conejo | eclipse |
| baremo | urraca | urraca | trucha | acné |
| embrión | caballo | caballo | hormiga | cebo |
| baranda | bisonte | bisonte | tortuga | aroma |
| espía | tejón | tejón | cabra | cuento |
| cofre | ganso | ganso | ostra | altavoz |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| flanco izquierdo | fovea | repetida | relacionada | no relacionada |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| prosa | ratón | ratón | burro | lápiz |
| abeto | cisne | cisne | koala | coro |
| balsa | orcas | orcas | piojo | acta |
| barril | tritón | tritón | gacela | alga |
| bocado | águila | águila | avispa | alamo |
| anillo | búfalo | búfalo | gorila | balón |
| basura | castor | castor | halcón | enzima |
| banana | jirafa | jirafa | nutria | aforo |
| dato | sapo | sapo | león | alcoba |
| aerosol | caracol | caracol | lombriz | asesor |
| ateneo | grillo | grillo | buitre | bastón |
| melón | perca | perca | oruga | escáner |
| anzuelo | tiburón | tiburón | lechuga | abdomen |
| hueco | cerdo | cerdo | gatos | bombo |
| chromo | pulga | pulga | tigre | cuenco |
| aspa | rana | rana | topo | barca |
| jaula | galgo | galgo | ameba | bingo |
| cuchara | gorrión | gorrión | canguro | afición |
| copla | mosca | mosca | perro | porra |
| acebo | erizo | erizo | mamut | puré |
| enchufe | sardina | sardina | gallina | afán |

APÉNDICE A Pares de palabras del Experimento 1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

6.2. APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| cerrado | abierto | oración |
| juez | abogado | deporte |
| colgar | abrigo | sonido |
| botica | abuela | rascar |
| plan | acción | soltar |
| hola | adiós | botón |
| río | agua | beso |
| hoyo | agujero | músculo |
| tablero | ajedrez | cuchara |
| licor | alcohol | piernas |
| júbilo | alegría | francés |
| nivel | alto | roja |
| vértigo | altura | cariño |
| querer | amar | vena |
| colega | amigo | árbol |
| grupo | amigos | madera |
| dueño | amo | luz |
| pasión | amor | hora |
| reino | animal | dormir |
| moderno | antiguo | segundo |
| raíz | árbol | mujer |
| playa | arena | forma |
| babosa | asco | zona |
| piloto | avión | cebra |
| consejo | ayuda | mosca |
| cuenta | banco | dulce |
| pis | baño | cosa |
| flota | barco | carta |
| escoba | barrer | humano |
| vodka | bebida | ruedas |
| canon | belleza | enseñar |
| labios | beso | meta |
| pared | blanca | célula |
| espacio | blanco | hambre |
| duro | blando | blanco |
| lengua | boca | caro |
| nupcial | boda | muro |
| maldad | bondad | camisa |
| goma | borrar | bondad |
| fronda | bosque | estrés |
| tapa | bote | gato |
| tapón | botella | colegio |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2

118

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| ojal | botón | milla |
| miembro | brazo | lápiz |
| carroña | buitre | abrigo |
| gas | butano | animal |
| montar | caballo | pescado |
| avenida | calle | fácil |
| sosiego | calma | viejo |
| ruta | camino | cuadro |
| mangas | camisa | fritas |
| lucha | canaria | cerrada |
| tumor | cáncer | pintar |
| facial | cara | niño |
| baboso | caracol | corazón |
| prisión | cárcel | butano |
| abrazo | cariño | ladrón |
| precio | caro | amar |
| escrito | carta | coche |
| hogar | casa | pelo |
| moto | casco | tenis |
| tos | catarro | caracol |
| efecto | causa | negro |
| ajo | cebolla | sobrino |
| paso | cebra | brazo |
| núcleo | célula | dinero |
| guarro | cerdo | dolor |
| fósforo | cerilla | alegría |
| abierta | cerrada | mentira |
| abrir | cerrar | número |
| barril | cerveza | pobreza |
| butaca | cine | rana |
| urbe | ciudad | sandía |
| estado | civil | corto |
| tipo | clase | latín |
| alterne | club | mote |
| motor | coche | amigo |
| receta | cocina | sueldo |
| atrapar | coger | copia |
| escuela | colegio | cuernos |
| fucsia | color | golpe |
| punto | coma | olor |
| liebre | conejo | título |
| réplica | copia | gorda |
| latido | corazón | antiguo |
| tijeras | cortar | viajes |
| largo | corto | golfo |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2
119

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| objeto | cosa | cura |
| dedal | coser | cerdo |
| marco | cuadro | viento |
| sopera | cuchara | trabajo |
| soga | cuerda | fiesta |
| toro | cuernos | redondo |
| alma | cuerpo | zapato |
| sotana | cura | dura |
| uña | dedo | moda |
| oferta | demanda | tráfico |
| atleta | deporte | ventana |
| régimen | dieta | nariz |
| bancos | dinero | examen |
| musa | diosa | coger |
| tortazo | dolor | color |
| cama | dormir | pueblo |
| éxtasis | droga | jamón |
| gel | ducha | coser |
| salado | dulce | juego |
| conde | duque | vivir |
| piedra | dura | frío |
| opción | elegir | cuerpo |
| gestión | empresa | palabra |
| cabreo | enfado | planta |
| mostrar | enseñar | abogado |
| sable | espada | médico |
| médula | espinal | pública |
| agobio | estrés | pincho |
| peseta | euro | nata |
| prueba | examen | regalo |
| interno | externo | montaña |
| difícil | fácil | verde |
| error | fallo | santo |
| noria | feria | rezar |
| verbena | fiesta | cáncer |
| inicio | fin | uva |
| destino | final | banco |
| rúbrica | firma | hueso |
| aspecto | físico | fútbol |
| arco | flecha | marido |
| pétalo | flor | cine |
| jardín | flores | blando |
| manera | forma | diosa |
| ruleta | fortuna | natural |
| cámara | fotos | salir |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2
120

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| éxito | fracaso | limpiar |
| inglés | francés | peligro |
| batido | fresa | perro |
| calor | frío | uñas |
| patatas | fritas | salida |
| mercado | fruta | regla |
| débil | fuerte | elegir |
| partido | fútbol | flecha |
| miopía | gafas | casco |
| zarpa | garra | parar |
| maullar | gato | flor |
| social | gente | queso |
| mueca | gesto | calma |
| cabo | golfo | lunes |
| moratón | golpe | gente |
| obesa | gorda | gafas |
| visera | gorra | gesto |
| amplio | grande | padres |
| pus | grano | firma |
| boxeo | guantes | cebolla |
| fea | guapa | recta |
| ataque | guerra | hierro |
| larva | gusano | abuela |
| charlar | hablar | conejo |
| comida | hambre | música |
| glaciar | hielo | poder |
| metal | hierro | camino |
| aguja | hilo | país |
| óseo | hueso | larga |
| cáscara | huevo | prima |
| recurso | humano | nombre |
| cigarro | humo | rosa |
| capilla | Iglesia | planeta |
| ofensa | insulto | madrina |
| ibérico | jamón | lento |
| líder | jefe | zumos |
| dominó | juego | mayor |
| muela | juicio | bosque |
| intruso | ladrón | cortar |
| reptil | lagarto | alcohol |
| papel | lápiz | leche |
| corta | larga | pacto |
| griego | latín | final |
| café | leche | miedo |
| rápida | lenta | arena |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2
121

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| rápido | lento | trozo |
| rugido | león | sopa |
| decreto | ley | sol |
| normas | leyes | pecho |
| página | libro | barco |
| agrio | limón | ducha |
| fregar | limpiar | demanda |
| sucio | limpio | cerrar |
| rugoso | liso | boda |
| astuto | listo | sueño |
| demente | loco | bote |
| cordura | locura | bebida |
| adobado | lomo | club |
| sorteo | lotería | insulto |
| sitio | lugar | duque |
| domingo | lunes | orden |
| flexo | luz | oso |
| astilla | madera | piropo |
| hada | madrina | espinal |
| tóxico | malo | león |
| asa | mango | nieve |
| sirena | mar | fin |
| esposa | marido | acción |
| plaza | mayor | suave |
| informe | médico | perlas |
| verdad | mentira | canaria |
| carrera | meta | piso |
| temor | miedo | fruta |
| abeja | miel | hilo |
| legua | milla | negra |
| estilo | moda | sofa |
| gorila | mono | rayo |
| escalar | montaña | cerilla |
| insecto | mosca | leyes |
| apodo | mote | nudo |
| saldo | móvil | fresa |
| sordo | mudo | agua |
| vida | muerte | tienda |
| hombre | mujer | avión |
| tapia | muro | baño |
| bíceps | músculo | lagarto |
| piano | música | cárcel |
| olfato | nariz | móvil |
| fresas | nata | euro |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2

122

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| yogur | natural | externo |
| peste | negra | droga |
| oscuro | negro | lenta |
| trineo | nieve | gorra |
| bautizo | niño | paja |
| parque | niños | resta |
| día | noche | libro |
| datos | nombre | pájaro |
| anudar | nudo | mono |
| cifra | número | teatro |
| vista | ojo | pan |
| frase | oración | pistola |
| mandato | orden | silla |
| honor | orgullo | reunión |
| plata | oro | sur |
| panda | oso | mar |
| acuerdo | pacto | garra |
| hijos | padres | borrar |
| bandera | país | peor |
| granero | paja | cara |
| jaula | pájaro | locura |
| término | palabra | abierto |
| masa | pan | lío |
| stop | parar | hielo |
| frita | patata | saltar |
| torpe | patoso | altura |
| seno | pecho | fallo |
| riesgo | peligro | pintura |
| cabeza | pelo | tren |
| derecho | penal | fotos |
| mejor | peor | coma |
| collar | perlas | físico |
| ladrar | perro | tanga |
| espinas | pescado | Iglesia |
| balanza | peso | rico |
| lepra | piel | miel |
| depilar | piernas | fortuna |
| manos | pies | vino |
| moruno | pincho | cuello |
| dibujar | pintar | juicio |
| arte | pintura | policía |
| girasol | pipas | niños |
| halago | piropo | vómito |
| ático | piso | peso |
| arma | pistola | empresa |
| tierra | planeta | ajedrez |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2

123

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| maceta | planta | enfado |
| riqueza | pobreza | lotería |
| fuerza | poder | guapa |
| rima | poesía | puerta |
| alergia | polen | feria |
| local | policía | fracaso |
| materia | prima | adiós |
| opinión | pública | tarjeta |
| rural | pueblo | trofeo |
| cierre | puerta | tesoro |
| caserío | queso | penal |
| croar | rana | piel |
| trueno | rayo | asco |
| línea | recta | huevo |
| torcido | recto | tocar |
| círculo | redondo | guantes |
| paquete | regalo | tiempo |
| norma | regla | fuego |
| suma | resta | clase |
| comité | reunión | botella |
| trono | rey | ver |
| orar | rezar | recto |
| pobre | rico | vaca |
| comedia | risa | boca |
| hurto | robo | rojo |
| sangre | roja | amor |
| tomate | rojo | jefe |
| tender | ropa | malo |
| prensa | rosa | casa |
| patín | ruedas | cuerda |
| entrada | salida | flores |
| quedar | salir | civil |
| comba | saltar | hablar |
| melón | sandía | patata |
| mártir | santo | lugar |
| minuto | segundo | caballo |
| hongo | seta | mudo |
| placer | sexo | robo |
| mesa | silla | causa |
| tío | sobrino | agujero |
| ocaso | sol | voz |
| única | sola | dedo |
| apretar | soltar | buitre |
| timbre | sonido | espada |
| fideos | sopa | loco |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2
124

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

| prime | target relacionado | target no relacionado |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| tacto | suave | calle |
| aumento | sueldo | cocina |
| pereza | sueño | listo |
| dicha | suerte | blanca |
| norte | sur | ley |
| espanto | susto | bueno |
| braga | tanga | trigo |
| crédito | tarjeta | belleza |
| obra | teatro | fuerte |
| raqueta | tenis | mango |
| cofre | tesoro | patoso |
| plazo | tiempo | amigos |
| campaña | tienda | barrer |
| diploma | título | muerte |
| bobo | tonto | limón |
| oficio | trabajo | cerveza |
| señal | tráfico | orgullo |
| vías | tren | risa |
| espiga | trigo | viaje |
| premio | trofeo | limpio |
| parte | trozo | tonto |
| lima | uñas | sexo |
| vid | uva | rey |
| carne | vaca | seta |
| lleno | vacío | susto |
| arteria | vena | humo |
| repisa | ventana | catarro |
| mirar | ver | amo |
| campo | verde | dieta |
| maleta | viaje | grano |
| agencia | viajes | vuelta |
| nuevo | viejo | ayuda |
| aire | viento | suerte |
| copa | vino | pies |
| morir | vivir | pipas |
| mareo | vómito | gusano |
| eco | voz | oro |
| regreso | vuelta | grande |
| pie | zapato | guerra |
| área | zona | lomo |
| jugo | zumo | ropa |

APENDICE B. Pares de palabras utilizadas en el Experimento 2
125

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

6.3. APÉNDICE C. Frases utilizadas en el Experimento 3

| FRASE | VISTA CONGRUENTE | PREVIA INCONGRUENTE |
|---|------------------|---------------------|
| La pareja necesita pasión, amor y compromiso. | amor | hora |
| El diseñador acude a un congreso sobre estilo, moda y creatividad. | moda | saco |
| El escritor analizó ideas sobre temor, miedo y fobias. | miedo | fruta |
| En la foto aparecen tío, sobrino e hijos. | sobrino | agujero |
| Su marido apareció con copa, vino y flor en mano. | vino | arte |
| El director atiende a la voz, eco y ritmo del músico. | eco | oro |
| La causa de la herida fue una piedra, dura y afilada. | dura | viva |
| El examen consiste en hacer un círculo, redondo y sin imperfecciones. | redondo | militar |
| El remedio del chamán cura alma, cuerpo y espíritu. | cuerpo | zapato |
| Cada frase define un término, palabra por palabra. | palabra | acuario |
| Con el nuevo horario descanso domingo, lunes y martes. | lunes | orden |
| La esposa deseaba un salón amplio, grande y luminoso. | grande | pronto |
| El bambú es alimento para un panda, oso blanco y negro. | oso | mar |
| El artista detesta la prensa, rosa o amarilla. | rosa | pura |
| El carpintero perdió uña, dedo y casi la mano. | dedo | moda |
| El cartel indica precaución en las vías, tren averiado. | tren | risa |
| El diseñador puede dibujar el boceto torcido, recto o como prefiera. | recto | tocar |
| El equipo ha diseñado un nuevo trineo y soporta nieve, hielo y tierra. | hielo | gorra |
| El fármaco provoca mareo, vómito y fiebre. | vómito | gusano |
| El inspector concluyó que el embalse es tóxico, malo para la salud. | malo | león |
| El invernadero cultiva una nueva variedad de tomate, rojo y amarillo. | rojo | jefe |
| El maestro llama al alumno torpe, patoso y débil. | patoso | altura |
| El niño se quemó lengua, boca y cara con el té. | boca | caro |
| El novio quiere el anillo de plata, oro y diamantes. | oro | sur |
| En el campo cada flor es única, sola e irrepetible. | sola | peor |
| En el huerto hemos encontrado un topo, ciego y sordo parece. | ciego | mujer |
| En la plaza hay un toro, cuernos y toreros. | cuernos | autismo |
| En la despensa encontrarás fregona y escoba, barrer y fregar es el plan. | barrer | acatar |
| En la tienda encuentras turrón duro, blando y de yema. | blando | cómico |
| Hemos enterrado en la calle un cofre, tesoro para el futuro. | tesoro | timbre |
| El alumno no entiende la diferencia entre cabo, golfo y bahía. | golfo | lunes |
| El sofá es de color oscuro, negro y de piel. | negro | lento |
| Para subir a la montaña es importante una visera, gorra o sombrero. | gorra | ficha |
| Para que el certificado sea válido es necesaria su rúbrica, firma o huella. | firma | hueso |
| Escribió un libro sobre querer, amar y odiar. | amar | roer |
| En el safari escuchamos un rugido, león a la vista gritaron. | león | sopa |
| A la fiesta está invitado tu colega, amigo o novio. | amigo | árbol |
| Los feligreses estrenaron capilla, iglesia y cura nuevo. | iglesia | planeta |
| El profesor explica la diferencia entre cifra, número e incógnita. | número | teatro |
| En la habitación se encontraban juez, abogado y procurador. | abogado | deporte |

APÉNDICE C. Frases utilizadas en el Experimento 3

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Percepción parafoveal en la lectura: medidas electrofisiológicas y de movimientos oculares

| FRASE | VISTA CONGRUENTE | PREVIA INCONGRUENTE |
|--|------------------|---------------------|
| El director habla de comedia, risa y cine. | risa | once |
| El economista habla de oferta, demanda y mercados. | demanda | tráfico |
| El guía habla de ruta, camino o vereda indistintamente. | camino | cuadro |
| El misionero habló sobre riqueza, pobreza y globalización. | pobreza | lotería |
| Para el examen hay que llevar papel, lápiz y calculadora. | lápiz | busto |
| Hay dos tipos de sangre, roja y azul. | roja | fiel |
| En la academia imparten clase de inglés, francés e italiano. | francés | peligro |
| El equipo de caza incluye arco, flecha y dianas. | flecha | ahora |
| La cesta de la compra incluye fideos, sopa y almejas. | sopa | lobo |
| La receta del cocinero incluye ajo, cebolla y puerro. | cebolla | sobrino |
| La receta del pastelero incluye masa, pan y huevo. | pan | lío |
| La consola indica un error, fallo o problema de conexión. | fallo | pluma |
| El ciclista agarró el tapón, botella en mano. | botella | colegio |
| Las instrucciones indican claramente apretar, soltar y reposar. | soltar | mentir |
| El jardinero arrancó raíz, árbol y todos los frutos. | árbol | conde |
| El secuestrador inmovilizó manos, pies y cabeza. | pies | cabo |
| Los domingos su madre le invita a fregar, limpiar y barrer. | limpiar | árbitro |
| Su hijo acude a clase de piano, música y danza. | música | cárcel |
| Una buena sartén debe tener asa, mango y tapadera. | mango | nieve |
| Al maniquí le falta cabeza, pelo y brazos. | pelo | tren |
| Le tocó la lotería gracias a su dicha, suerte o fortuna. | suerte | lengua |
| El rey lo nombró conde, duque y marqués. | duque | celos |
| En el congreso lo tomaron por un demente, loco y deprabado. | loco | rosa |
| El libro menciona ideas como destino, final y sentido de la vida. | final | banco |
| La revista muestra esposa, marido e hijos en el funeral. | marido | acción |
| El marido de Ana nació sordo, mudo y ciego. | bala | mate |
| Para el taller de verano necesitas tijeras, cortar será indispensable. | cortar | náusea |
| El restaurante ofrece de postre melón, sandía y manzana. | sandía | boleto |
| La nueva discoteca ofrece vodka, bebida sin alcohol y zumos. | bebida | ruedas |
| Planeó una noche de placer, sexo y lujuria. | sexo | robo |
| En la isla predominan dos tipos de reptil, lagarto y serpiente. | lagarto | alcohol |
| La obra del pintor provoca espanto, susto y terror. | susto | tabla |
| Antonio puede dar clase en escuela, colegio e instituto. | colegio | vestido |
| José en vacaciones solo quiere cama, dormir y soñar. | dormir | llevar |
| Antonio recibió por correo un paquete, regalos y agradecimientos. | regalos | tiempo |
| El ganador recibirá premio, trofeo y reconocimiento. | trofeo | antojo |
| El cirujano me recomienda un retoque facial, cara y cuello principalmente. | cara | niño |
| El escultor representa a su musa, diosa y amor platónico. | diosa | bando |
| En primaria se enseña suma, resta y división. | resta | clase |
| Al guiso es recomendable añadirle un sabor agrio, limón o algo parecido. | limón | ducha |
| El regalo de navidad será una moto, casco y guantes. | casco | tenis |
| El código cinco de la policía significa hurto, robo sin violencia. | robo | grúa |
| En el bar sirven café, leche y bollos gratis. | leche | grado |
| Los objetivos del ladrón son bancos, dinero y cheques. | dinero | examen |

APÉNDICE C. Frases utilizadas en el Experimento 3

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Percepción parafoveal en la lectura: medidas electrofisiológicas y de movimientos oculares

| FRASE | VISTA CONGRUENTE | PREVIA INCONGRUENTE |
|---|------------------|---------------------|
| En la residencia hay parque, niños y bebés por todas partes. | niños | resta |
| El vestido combina una mezcla de tejido rugoso, liso y gastado. | liso | dual |
| El costurero incorpora aguja, hilo y dedal. | hilo | pais |
| El escalador utiliza soga, cuerda y mosquetones. | cuerda | fiesta |
| Julio aprobó griego, latín e inglés. | latín | selva |
| El esclavo tiene dueño, amo o jefe. | amo | luz |
| La historia contiene inicio, fin y desenlace. | fin | uva |
| El despacho incluye mesa, silla y ordenador. | silla | causa |
| Existen diferencias entre mirar, ver y contemplar. | ver | dar |
| Estas vacaciones quiero playa, arena y sol. | arena | dosis |
| El ascensor puede estar cerrado, abierto o roto. | abierto | español |
| Un buen examen es difícil, fácil y justo. | fácil | verde |
| Para el postre tenemos fresas, nata y azúcar. | nata | euro |
| En el experimento participan gorila, mono y bonobo. | mono | rayo |
| El profesor reunió a hijos, padres y madres. | padres | labios |
| Es importante trazar una línea, recta o curva. | recta | huevo |
| En la serie arde trono, rey y castillo. | rey | sol |
| Este verano estrenamos verbena, fiesta en el campo. | fiesta | cáncer |
| Las defensas del policía incluyen arma, pistola y cuchillo. | pistola | empresa |
| El préstamo incluye crédito, tarjeta y seguro de vida. | tarjeta | estatua |
| El recinto tiene puerta de entrada, salida y emergencias. | salida | flores |
| El corredor no distingue entre éxito, fracaso y triunfo. | fracaso | guardia |
| El análisis incluye el nivel frase, oración y párrafo. | oración | pistola |
| Paula quiere una casa con jardín, flores y estanque. | flores | noches |
| El artista decoró marco, cuadro y fondo de pared. | cuadro | viento |
| El reloj tiene precisión de minuto, segundo y milisegundo. | segundo | caballo |
| Ejemplo de palabras sinónimas son norma, regla y pauta. | regla | fuego |
| En la comuna no hay normas, leyes o reglas. | leyes | pecho |
| En la adolescencia la llamaban obesa, gorda y borde. | gorda | local |
| El investigador cita página, libro y año de publicación. | libro | barco |
| A la ansiedad la llaman coloquialmente agobio, estrés o nervios. | estrés | ciudad |
| El laboratorio estrena nuevo perchero para colgar abrigo y bufanda. | abrigo | sonido |
| El faro del coche tiene luz corta, larga y posición. | larga | grave |
| Su hermano terminó el máster sobre gestión, empresa y marketing. | empresa | palabra |
| En el cuento había un hada, madrina y sin poderes. | madrina | bostezo |
| El maestro enseña la diferencia entre hogar, casa y domicilio. | casa | pelo |
| Realizaré un análisis interno, externo y estratégico de la empresa. | externo | calzado |
| En la peluquería te ofrecen lima, uñas postizas y esmalte. | uñas | sexo |
| Juan puede dejar el vaso lleno, vacío o no beber. | vacío | susto |
| Los subditos acatan el mandato, orden y precepto del rey. | orden | silla |
| La religión venera a todo mártir, santo o religioso humilde. | santo | bucle |
| El diseñador combina muy bien lo moderno, antiguo y contemporáneo. | antiguo | secreto |
| En vacaciones visitamos norte, sur y este de la isla. | sur | ley |
| Juan está orgulloso del oficio, trabajo y familia que tiene. | trabajo | cerveza |

APÉNDICE C. Frases utilizadas en el Experimento 3

128

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

Percepción parafoveal en la lectura: medidas electrofisiológicas y de movimientos oculares

| FRASE | VISTA CONGRUENTE | PREVIA INCONGRUENTE | VISTA INCONGRUENTE | PREVIA CONGRUENTE |
|--|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Para el sacerdote orar, rezar y meditar es lo mismo. | rezar | | durar | |
| Para un buen diagnóstico es importante palpar, tocar y escuchar. | tocar | | deber | |
| En el juego eliges piloto, avión y misión para jugar. | avión | | cebra | |
| El postre combina salado, dulce y amargo a partes iguales. | dulce | | santo | |
| En la cueva sentía calor, frío y miedo a partes iguales. | frío | | ateo | |
| En física existe la fuerza nuclear débil, fuerte y el electromagnetismo. | fuerte | | muerto | |
| El estudio no determina la relación entre efecto, causa y consecuencias. | causa | | negro | |
| La búsqueda en internet incluye fotos con labios, besos y mujeres. | besos | | coma | |
| El telediario evita mostrar imágenes de lepra, piel quemada o similar. | piel | | miel | |
| En la empresa puedes llegar a ser líder, jefe o peón. | jefe | | zumo | |
| El curso pretende mostrar, enseñar y practicar con el nuevo software. | enseñar | | abordar | |
| Para entrar hay que sacarse cualquier objeto, cosa metálica o líquido. | cosa | | país | |
| A la fiesta puedes acudir seas trabajador pobre, rico o estudiante. | rico | | neto | |
| La novia de Juan le invita a quedar, salir y pasear. | salir | | parir | |
| El secretario se encarga de organizar comité, reunión y cena de directores. | reunión | | botella | |
| El regalo de empresa incluía jaula, pájaro y comida para un año. | pájaro | | locura | |
| El ciclo de vida de la oruga es larva, gusano y mariposa. | gusano | | abuela | |
| La armadura está hecha de metal, hierro y níquel en su mayoría. | hierro | | camino | |
| Para el nombre del bar teníamos noria, feria y tómbola como candidatos. | feria | | gases | |
| En el estadio se celebra el acto nupcial, boda y banquete juntos. | boda | | muro | |
| En el pueblo siempre tiene un sitio, lugar o rincón para descansar. | lugar | | duque | |
| El lenguaje de programación distingue entre tipo, clase y campo de datos. | clase | | muela | |
| El funcionario obliga a indicar el nombre de su avenida, calle o plaza. | calle | | grupo | |
| Después de la intervención del presidente pensamos que es bobo, tonto y cretino. | tonto | | usado | |
| Para la boda le regalaron un juego compuesto de braga, tanga y liga. | tanga | | bicho | |
| El ganadero ha invertido en un nuevo granero, paja y pienso quiere almacenar. | paja | | lema | |
| En el cortejo es importante utilizar el halago, piropo y demás recursos disponibles. | piropo | | vómito | |
| El discurso del sacerdote habla de maldad, bondad e indefensión en la vida. | bondad | | camisa | |
| La propagación del virus va desde núcleo, célula y organismo hacia el exterior. | célula | | dinero | |
| Si se arriesga a jugar a la ruleta, fortuna no va a encontrar. | fortuna | | natural | |
| En la secretaría de la facultad me dieron diploma, título y certificado de graduado. | título | | muerte | |
| En el nuevo hospital le dieron a elegir entre morir, vivir o ser congelado. | vivir | | freír | |

APÉNDICE C. Frases utilizadas en el Experimento 3

129

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

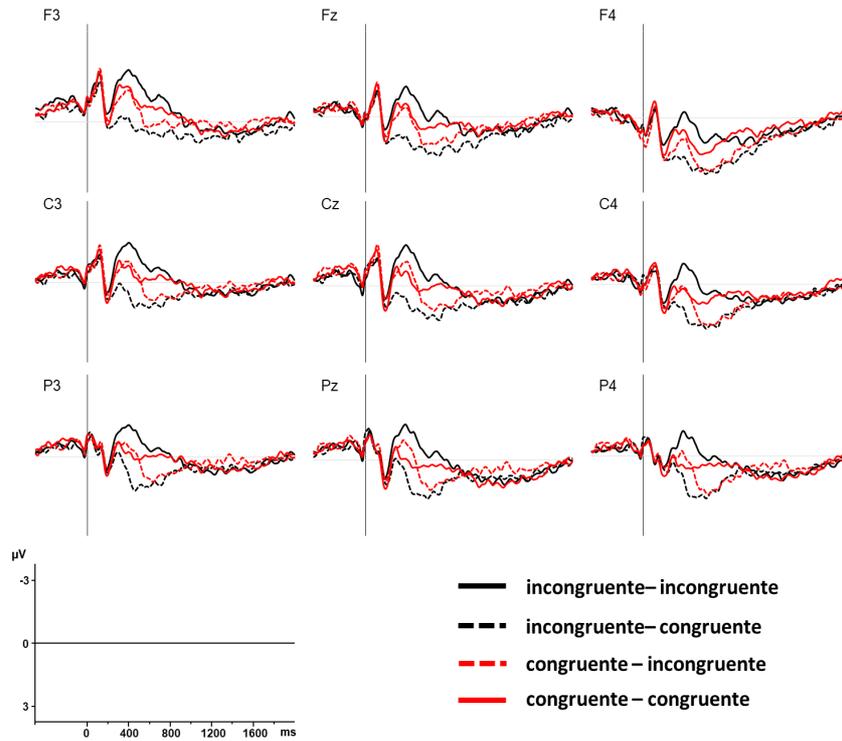
07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

6.4. Apéndice D. Grandes Promedios en 9 electrodos del efecto parafoveal en la fovea. Experimento 3

FRPs Efecto de beneficio de la vista previa parafoveal



APÉNDICE D

130

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rXlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

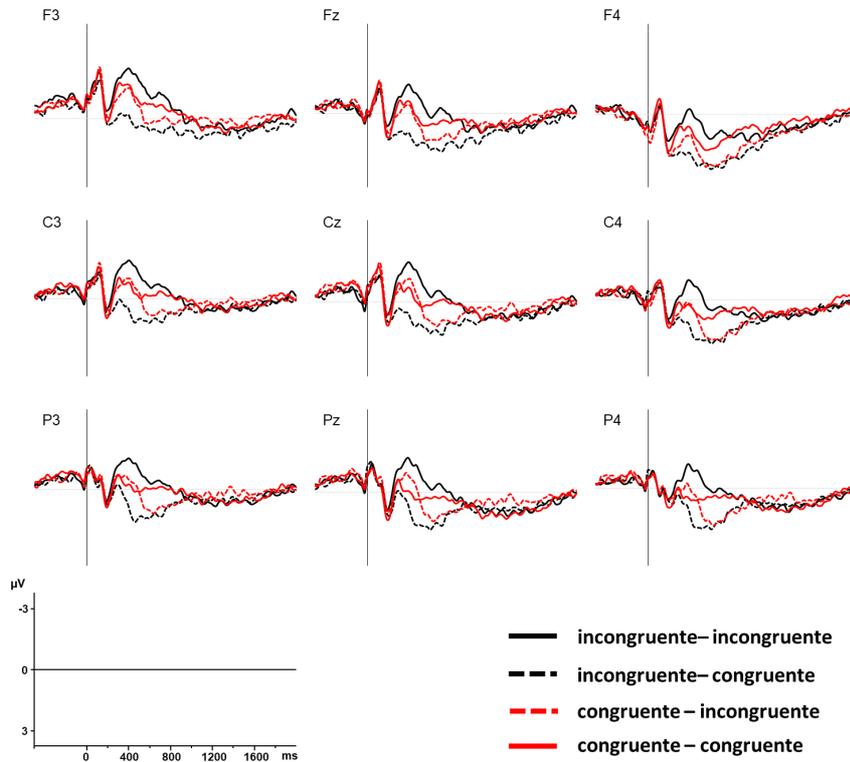
07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02

6.5. Apéndice E. Grandes Promedios en 9 electrodos del beneficio de la vista previa. Experimento 3.

FRPs Efecto de beneficio de la vista previa parafoveal



APÉNDICE E

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 974724

Código de verificación: rxlQrR4U

Firmado por: PEDRO JAVIER LOPEZ PEREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 30/06/2017 22:28:42

HORACIO ANGEL BARBER FRIEND
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 11:43:44

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

12/07/2017 17:19:02