

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Departamento de Psicobiología



TESIS DOCTORAL

Influencia de palabras emocionales en el procesamiento sintáctico y semántico de la oración

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Anabel Fernández Hernández

Director

Manuel Martín-Loeches Garrido

Madrid, 2014

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE PSICOBIOLOGÍA



**“INFLUENCIA DE PALABRAS EMOCIONALES EN EL
PROCESAMIENTO SINTÁCTICO Y SEMÁNTICO DE LA
ORACIÓN”**

Anabel Fernández Hernández

Tesis doctoral dirigida por:

Dr. Manuel Martín-Loeches Garrido

Madrid 2013

“What is truly arresting about our kind is better captured in the story of the Tower of Babel, in which humanity, speaking a single language, came so close to reaching heaven that God himself felt threatened”.

(Steven Pinker, The Language Instinct. Penguin, 1995).

“Lo verdaderamente cautivador de nuestra especie queda perfectamente plasmado en la historia de la Torre de Babel, en la que el ser humano, hablando una misma lengua, llega a estar tan cerca del cielo, que hasta Dios mismo se siente amenazado.”

(Steven Pinker, El Instinto del Lenguaje. Penguin, 1995).

A mis padres

A Sara y Joaquín

Agradecimientos

A todas las personas que a lo largo de este tiempo han contribuido, de una manera u otra, a la realización de este proyecto quiero hacerles llegar mi más sincero agradecimiento; y en especial:

A mi director de tesis, a quien le debo mucho. Gracias Manolo por haberme permitido incorporarme al laboratorio y participar en los proyectos existentes. Gracias por las invaluable enseñanzas, por las geniales ideas y por hacerme ver en muchas oportunidades el camino más sencillo e inteligente a seguir.

A Pili, por dedicarme tantos ratos de su tiempo, por hacerme más fácil el acercamiento a este mundo del lenguaje con sus excelentes explicaciones. Gracias por las lecciones de organización. Gracias por los siempre cariñosos consejos, tanto profesionales como personales.

A Laura, por sus siempre oportunos y brillantes comentarios ante cada pregunta, por su total disposición para sentarse y explicarnos (a los “nuevos”) cualquier duda, incluso a la hora de irse, intercalando conocimientos y buen humor.

A mi querida Sabelis, con quien aprendí mucho de religión, pero también con quien aprendí otras lecciones, de esas que son fundamentales para la vida. Gracias por la compañía y las risas en las tardes que había que quedarse adelantando trabajo; gracias por los consejos y los ánimos, gracias por estar, siempre.

A Paco, por su ayuda cuando el análisis de los potenciales parecía retarme. Gracias por los excelentes comentarios y también por las risas que en ocasiones se hacían necesarias para “desconectar” de los análisis difíciles o las informalidades de los “sujetos”.

A David y Marcos, con quienes coincidí poco tiempo, pero que me contagiaron su entusiasmo y curiosidad por el estudio de las neurociencias.

A Alejandra, con quien compartí parte de mi estancia, por brindarme su ayuda cariñosamente cada vez que la he necesitado, y por compartir tantos buenos ratos.

A mis compañeros de la sección de paleontología: Fran, Marian, Almudena y Ale; con quienes disfruté de interesantes conversaciones sobre neurociencia, paleontología, arte, política, y tantos otros temas; gracias por los buenos ratos que compartimos cada día durante el almuerzo en nuestro improvisado restaurante. Gracias también a Ana, Noe, Adrián y Jaime, quienes se sumaban a menudo a los almuerzos o a los “coffee break” enriqueciendo el grupo con su presencia.

En resumen, gracias a todos mis compañeros del ISCIII por sus enseñanzas, pero también por acogerme con tanto cariño y de esta manera contribuir a que sintiera más cercana esta inmensa y desconocida ciudad a la que llegaba pocos meses antes.

Gracias también a Inmita, que, como siempre, me guió en el camino a seguir. Gracias porque me enseñas tanto y tan bien cada vez.

Gracias a todas las personas que accedieron a participar como sujetos en este estudio, pues por su colaboración podemos presentar estos resultados.

Gracias a Bárbara, en la secretaría de la UCM, por estar siempre dispuesta a orientarnos en los pasos que tenemos que seguir en los temas administrativos, que tantas veces nos abruma y no parecen interminables.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mi familia:

A mis padres, quienes me han dado TODO. Gracias por haberme animado en todo momento a emprender este camino y por ser mi mejor y más valiosa guía, no solo en lo profesional, sino, y lo más importante, en lo personal.

A mis queridos Fiore y Ale, por su ánimo y su cariño. A Oscar, mi otro hermano, por ayudarme tantas veces con las figuras y por permitirme contar con él cada vez que lo necesité.

A mis dos tesoros: Joaquín y Sara, quienes me regalan cada día la más grande felicidad. Gracias a ellos porque me han acompañado en cada momento de esta

última etapa, por soportar mis momentos de desespero y ayudarme a recuperar la calma con sus risas y muestras de cariño. Gracias por permitirme dedicarle tantas horas a este proyecto aun en detrimento del tiempo que podía dedicarle a ellos. Sobre todo para la pequeña Sara, quien muchas veces reclamaba mi presencia decidida a no aceptar que tuviera yo algo más importante que hacer que no fuera dedicarle todo mi tiempo ella. Gracias a ambos por darle sentido a mi vida.

Índice

1. Capítulo I: Introducción	1
2. Capítulo II: Marco teórico	3
2.1. El lenguaje humano	3
2.1.1. <i>El lenguaje humano: definición y niveles</i>	3
de las generaciones.	3
2.1.2. <i>Procesamiento semántico de oraciones</i>	6
2.1.3. <i>Procesamiento sintáctico de oraciones</i>	9
2.1.4. <i>Interacción de los procesos semánticos y sintácticos. Modelos seriales vs. interactivos.</i>	13
2.1.5. <i>Papel de la memoria de trabajo en el procesamiento de oraciones</i>	14
2.2. Las emociones	17
2.2.1. <i>Definición y clasificación</i>	17
2.2.2. <i>Emociones y procesos cognitivos</i>	20
2.2.2.1. <i>Realización de juicios, razonamiento y toma de decisiones</i>	20
2.2.2.2. <i>Atención y percepción</i>	22
2.2.2.3. <i>Memoria</i>	24
2.2.2.4. <i>Lenguaje</i>	27
2.2.3. <i>Teorías psicológicas que explican la interacción entre emociones y cognición</i>	29
2.3. La electroencefalografía en el estudio del lenguaje y las emociones	34
2.3.1. <i>¿Qué son los PRE?</i>	35
2.3.2. <i>Registro de los PREs.</i>	38
2.3.3. <i>Componentes electrofisiológicos relacionados con el procesamiento del lenguaje.</i>	40
2.3.3.1. <i>LAN</i>	41
2.3.3.2. <i>P600</i>	43
2.3.3.3. <i>N400</i>	44
2.3.4. <i>Componentes electrofisiológicos relacionados con el procesamiento de estímulos emocionales.</i>	46
2.3.5. <i>¿Cómo procesa el cerebro las palabras con contenido emocional? Estudios de PREs.</i>	48
2.3.6. <i>Acceso al significado emocional de la palabra</i>	50
2.3.7. <i>Palabras con contenido emocional inmersas en oraciones</i>	55
2.4. Bases neuroanatómicas del procesamiento del lenguaje emocional	57

3. Capítulo III: Objetivos de la investigación.....	59
4. Capítulo IV: Experimento I: Procesamiento sintáctico de palabras con contenido emocional en un contexto oracional.	63
4.1. Introducción.....	63
4.2. Materiales y métodos	66
4.2.1. <i>Participantes</i>	66
4.2.2. <i>Material de estimulación</i>	66
4.2.3. <i>Procedimiento</i>	68
4.2.4. <i>Análisis de datos</i>	70
4.3. Resultados	71
4.3.1. <i>Datos conductuales</i>	71
4.3.2. <i>Datos electrofisiológicos</i>	72
4.4. Breve discusión	78
5. Capítulo V: Experimento II: Procesamiento semántico de palabras con contenido emocional en un contexto oracional.	81
5.1. Introducción.....	81
5.2. Materiales y métodos	83
5.2.1. <i>Participantes</i>	83
5.2.2. <i>Material de estimulación</i>	84
5.2.3. <i>Procedimiento</i>	85
5.2.4. <i>Análisis de datos</i>	86
5.3. Resultados	87
5.3.1. <i>Datos conductuales</i>	87
5.3.2. <i>Datos electrofisiológicos</i>	88
5.4. Breve discusión	94
6. Capítulo VI: Discusión General	97
7. Capítulo VII: Conclusiones	104
Abstract	106
Referencias bibliográficas	117
Anexos	131

1. Capítulo I: Introducción

Se ha planteado que nuestro sistema cognitivo está diseñado para emitir respuestas emocionales cada vez que descubrimos en nuestro medio algo relevante. La capacidad de poder decidir si un estímulo es positivo o negativo, representa un necesario mecanismo de defensa, pero también indica que nuestro sistema cognitivo, responsable de nuestros actos de razonamiento, toma de decisiones, etc., está estrechamente relacionado con nuestro sistema emocional. Sin embargo el estudio de la interacción de procesos cognitivos y las emociones ha comenzado a estudiarse sólo desde hace unos pocos años.

Históricamente se ha considerado el sistema sintáctico como estrictamente algorítmico y encapsulado (p.e. Friederici, 2002; Hagoort, 2003), mientras que el sistema semántico se ha considerado un sistema abierto y heurístico (p.o. Jackendoff, 2007; Vissers, Chwilla, & Kolk, 2007). Siguiendo esta línea de pensamiento, el contenido emocional de las palabras contenidas en oraciones afectaría al procesamiento semántico de las mismas, pero no al procesamiento sintáctico. La interacción entre lenguaje y emociones comienza a ser un área de interés para muchos autores. Sin embargo, en la mayoría de los trabajos que existen hasta hoy esta interacción se estudia a través del procesamiento de palabras aisladas, o pares de palabras, quedando muy poco abordado el estudio del procesamiento de oraciones. En aras de aportar datos en esta área presentamos este trabajo en el que se describen los resultados de dos experimentos de potenciales relacionados a eventos (PREs), que se realizan con el objetivo de estudiar la influencia que tiene la valencia emocional de una palabra en el procesamiento sintáctico y semántico que se realiza durante la comprensión de una oración.

En el primer experimento nos centramos en el estudio de cómo los adjetivos positivos negativos y neutros, modulan los componentes de los PREs que típicamente surgen durante el procesamiento sintáctico de una oración. Las oraciones podían ser correctas o incorrectas sintácticamente, es decir, se alteraba el número del adjetivo de manera que aparecía un error de concordancia entre el nombre y el adjetivo. Las violaciones morfosintácticas provocaron la aparición de

una negatividad anterior izquierda (LAN, por sus siglas en inglés) que fue mayor para los adjetivos negativos, mientras que para los adjetivos positivos se vio disminuida, al compararse, en ambos casos, con los adjetivos neutros. No se encontró modulación de componentes tardíos (P600). La modulación de la LAN con la emoción contenida en los adjetivos contradice la visión encapsulada que tradicionalmente se le ha conferido a la sintaxis.

Por su parte, en el segundo experimento se presentan las mismas oraciones del experimento anterior, pero esta vez los adjetivos, con valencias positiva, negativa y neutra, podían ser coherentes con el contexto (oraciones correctas) o introducir una incorrección semántica. En este caso, el componente N400, que surgió ante las anomalías semánticas, no se vio afectado por la valencia emocional de los adjetivos. Sin embargo, los adjetivos positivos inmersos en las oraciones parecieron modular los juicios de decisión de corrección semántica que dieron los sujetos, provocando, además, una aparente reducción de la N400, independientemente de la corrección del adjetivo. Tampoco en este experimento se encontró modulación de los procesos lingüísticos reflejados en etapas posteriores por la emoción de las palabras.

Los resultados de esta tesis muestran que la valencia emocional de las palabras impacta el procesamiento sintáctico y semántico de las oraciones en las que se encuentran inmersas. En general, este trabajo presenta evidencias a favor de la relevancia que posee la información emocional en el procesamiento del lenguaje.

2. Capítulo II: Marco teórico

2.1. El lenguaje humano.

2.1.1. *El lenguaje humano: definición y niveles*

Los humanos, a diferencia del resto de las especies, podemos hacer uso de un sistema de símbolos más abstractos para comunicar los hechos relacionados con nosotros mismos y con el medio que nos rodea: estamos hablando de lenguaje humano. Podría decirse que el lenguaje es una herramienta del pensamiento, en su función simbólica o representacional, y de la acción e interacción humanas, en sus funciones comunicativas y reguladoras (Igoa, Belinchón y Marulanda, 2012). Es infinitamente flexible y universalmente presente (Christiansen y Kirby, 2003). El lenguaje muestra diferencias de acuerdo al estado anímico subjetivo del hablante, a la persona a la que se dirige el hablante en un momento dado, a la naturaleza de la ocasión y de acuerdo con la naturaleza del tema del que se habla (Fitch, 2008). Existen diversas posiciones desde las cuales se intenta explicar el lenguaje desde una perspectiva evolutiva. Para algunos autores, el lenguaje es una habilidad compleja que se desarrolla en los niños espontáneamente, o sea, es un instinto (p.e. Pinker y Bloom, 1990; Chomsky, 2005). Para otros, (p.e. Michael Tomasello, 2003) el origen del lenguaje es una mera parte del largo proceso de la evolución de la cultura humana. También existen posiciones intermedias (p.e. James Hurford, 2003) que plantean que la evolución del lenguaje debe ser entendida como una combinación de pre-adaptaciones biológicas y adaptaciones lingüísticas basadas en el aprendizaje a través de las generaciones.

Se ha planteado que la adquisición del lenguaje depende de la interacción de tres factores: a) la dotación genética inicial, b) estímulos externos, como el lenguaje hablado a los niños y c) principios generales, como la reducción de la complejidad computacional y leyes externas de crecimiento y forma (Berwick, Friederici, Chomsky, y cols., 2013). El primer factor está formado por varios componentes,

entre estos estarían los componentes específicos del lenguaje, que es lo que se ha llamado “gramática universal”; las condiciones impuestas por la estructura cerebral y otras condiciones cognitivas. El lenguaje humano estaría anclado en un mecanismo computacional particular, que produce una serie infinita de expresiones estructuradas, que constituirían la sintaxis. Según los autores, a cada expresión se le asigna una interpretación en dos niveles: sensorio-motor y conceptual-intencional (Berwick y cols., 2013; Hauser, Chomsky y Fitch, 2002). El sistema sensorio-motor conecta las expresiones mentales formadas por las reglas sintácticas con el mundo exterior a través de la percepción y la producción del lenguaje. Por su parte, el sistema intencional-conceptual conecta estas mismas expresiones mentales con la interpretación semántica-pragmática, el razonamiento, la planificación y otras actividades de lo que los autores llaman “mundo mental interno”. Esta concepción acerca del carácter innato y modular del sistema sintáctico ha generado un importante debate en la literatura, dando lugar a posiciones extremas y contrarias, las cuales se continuarán abordando a través de los siguientes apartados.

Sin embargo, hay algo en lo que sí parecen estar de acuerdo la mayoría de los autores, y es la importancia fundamental que tienen tres componentes del lenguaje: el nivel *fonológico*, el nivel *semántico/conceptual* y el nivel *sintáctico* (p.e. Jackendoff, 2002; Friederici, 2001; Christiansen y Kirby, 2003; Fitch, 2005; Hauser y cols., 2002). El nivel fonológico hace alusión a la producción y percepción de los sonidos reales, también llamados signos, que se utilizan en una lengua (Schoenemann, 1999). Este componente se relaciona con al menos dos características de nuestra especie, que son el tracto vocal y la imitación vocal. El habla proporciona la modalidad de señalización estándar en todas las culturas. No obstante la existencia del lenguaje de signos y el lenguaje escrito muestra que el lenguaje puede ser transmitido mediante medios no verbales también (Fitch, 2005).

El nivel *semántico* hace referencia al significado que se le atribuye a diferentes patrones de estos sonidos, a los cuales se los denomina “palabras” (Schoenemann, 1999). El sonido de una palabra, su significante, está asociado a un significado en el que se encierran toda una serie de experiencias y vivencias ligados a este (Martín-Loeches, 2008). La relación entre ambas características (significante-significado) es asimétrica, es decir, el sonido de una palabra (por

ejemplo “*mesa*”) hace referencia a un concepto amplio que incluye la imagen que tenemos de lo que es una mesa, los diferentes tipos de mesa que podríamos encontrar, en qué contextos podríamos encontrarla, para qué podemos utilizarla, etc. Este significado está asociado a nuestro conocimiento del mundo. Pero además, las palabras tienen un carácter simbólico: podemos hablar de objetos aun cuando no estén presentes, pero también podemos hablar de cosas que no son tangibles (por ejemplo, alegría, honestidad), es decir, no tenemos una imagen única y específica de estas palabras. Este carácter simbólico nos permite a los seres humanos hacer uso de conceptos abstractos. Los símbolos también pueden referirse a otros símbolos que, a su vez, pueden referirse a objetos y situaciones reales del mundo (p.e. el símbolo animal contiene otros símbolos como son gato, perro, etc).

La combinación de palabras da lugar a un nuevo significado que es distinto al significado que contiene cada una de las palabras individualmente. Esta combinación de palabras está regida por reglas gramaticales que permiten que podamos entender el mensaje que se nos quiere transmitir. A estas reglas se las denomina *sintaxis o gramática* y son las que determinan la forma y el significado de las oraciones y palabras (Martín-Loeches, 2007), constituyendo el tercero de los niveles del lenguaje. Fitch (2005) define la sintaxis o gramática como el sistema que permite realizar el análisis y producción de estructuras jerárquicas en el lenguaje. En opinión de algunos autores, el sistema semántico ha evolucionado tanto y se ha hecho tan complejo que de él se ha derivado el sistema sintáctico (Shoenemann, 1999). Nuestra especie, a diferencia del resto de los seres vivos, puede almacenar una gran cantidad de conceptos, y esto da como resultado que podamos tener conceptos complejos, abstractos, e incluso, conceptos que indiquen relaciones entre los elementos de una oración. Estas relaciones constituirían nuestra sintaxis. Una característica que se le atribuye a la sintaxis es la recursividad, que según Hauser, Chomsky y Fitch (2002), es la característica que nos distingue de otras especies. La recursividad es una situación en la que las estructuras pueden ser contenidas en otras estructuras para generar más estructuras complejas progresivamente (Fitch, 2005).

En el presente trabajo nos centraremos en el estudio de los dos últimos niveles mencionados, es decir, en los niveles sintáctico y semántico, durante el procesamiento de oraciones.

2.1.2. Procesamiento semántico de oraciones

Uno de los debates más intensos en el campo de la psicolingüística gira alrededor del momento inicial en el que el cerebro accede a la información fonológica -u ortográfica, en el caso de la lectura-, sintáctica y semántica del material lingüístico. Se han planteado varios modelos para intentar explicar el proceso de comprensión lingüística, pero todos coinciden en las operaciones básicas que necesariamente tienen lugar. En este sentido se defiende la existencia de al menos tres sistemas de procesamiento: el fonológico, encargado de la identificación de las palabras y los sonidos que las componen; el sintáctico, encargado de la categoría gramatical y su relación con otros elementos oracionales; y el semántico, encargado de recuperar el significado de las palabras (Cuetos y Domínguez, 2012). Lo que diferencia a los distintos modelos es la organización de estos procesos y la manera en la que interactúan. En este sentido, los modelos seriales y en cascada plantean que el inicio de los procesos es secuencial, mientras que para los modelos paralelos, el acceso a la información ocurre de manera simultánea. Para estudiar este tema, el empleo de técnicas de neuroimagen como la electroencefalografía (EEG) y la magnetoencefalografía (MEG) han sido fundamentales puesto que aportan datos acerca de la actividad cerebral en el orden de los milisegundos.

Los modelos seriales postulan que después del análisis inicial de las características físicas del estímulo (palabra) se recupera la información lexical (que puede indicarse como la diferencia entre palabras y pseudo-palabras) y se construye una estructura sintáctica rudimentaria (alrededor de los 150 ms). Seguidamente, ocurre el acceso semántico y la integración contextual (alrededor de los 400 ms). Al final, ocurre un segundo paso, que es opcional, en el que se realiza un análisis sintáctico en profundidad o re-análisis. Este procesamiento serial o en cascada suele atribuirse a la existencia de módulos o subcomponentes de procesamiento separados, cada uno de los cuales procesa de manera independiente la información (Friederici, 2002).

En cambio, los modelos en paralelo postulan que una vez realizado el análisis de las características físicas del estímulo, el procesamiento lingüístico-conceptual (fonológico, sintáctico y semántico) ocurre en una etapa temprana y aproximadamente al mismo tiempo (alrededor de los 200 ms en palabras escritas; ver revisión de Pulvermüller, Shtyrov y Hauk, 2009). En resumen, podría identificarse la existencia de, al menos, dos etapas de procesamiento léxico en estos modelos: un procesamiento relacionado con la forma de la palabra (p.e. longitud, tipicalidad), que ocurre alrededor de los 100 ms y un procesamiento léxico-semántico (p.e. frecuencia de la palabra, categoría gramatical, semántica) que ocurre alrededor de los 150-200 ms. Esta característica de paralelismo durante el procesamiento del estímulo lingüístico está en relación con la idea de un sistema interactivo, en el que la información se intercambia libremente entre los subcomponentes de procesamiento, o módulos (Gaskell & Marslen-Wilson, 2002).

La descripción que acabamos de hacer se aplica principalmente al lenguaje escrito. En relación al lenguaje hablado, el acceso a los distintos tipos de información psicolinguística sería muy similar a lo descrito para el lenguaje escrito (en los primeros 150-200 ms después del inicio del estímulo auditivo se daría la identificación de la palabra), si bien en esta modalidad parecería haber más evidencias de la existencia de un procesamiento temprano y en paralelo del lenguaje (ver Pulvermüller y cols., 2009). Las respuestas electrofisiológicas que aparecen más tarde en el tiempo, después de los 200 ms, estarían reflejando procesos secundarios que estarían indicando un análisis y comprensión total de la oración. Alternativamente, se ha planteado que los procesos de comprensión terminan anticipadamente y que los procesos reflejados en estas latencias posteriores reflejan procesos de post-comprensión que son desencadenados por errores en la integración semántica o sintáctica de una palabra en la oración. Uno de los procesos relevantes en esta etapa de post-comprensión sería, por ejemplo, el uso de la memoria semántica en la predicción y preactivación de circuitos de memoria para la palabra que debe aparecer a continuación, o para construir una representación en memoria del estímulo encontrado (Kutas & Federmeier, 2000).

En el estudio del procesamiento semántico de oraciones se han identificado determinados factores que influyen en la comprensión de la misma como, por

ejemplo, el contexto. Se ha podido comprobar que las personas son más rápidas realizando una determinada tarea (por ejemplo, de decisión léxica) cuando las palabras están precedidas por contextos relacionados con ellas que cuando no lo están (p.e. Kutas y Hyllard, 1980, revisión de Kutas y Federmeier, 2011). Una de las hipótesis que se maneja para explicar esta relación, plantea que el contexto genera expectativas relativas a la identidad de las palabras subsiguientes. Los trabajos en los que se estudia el componente N400 de los potenciales relacionados con el evento (explicado en sus aspectos más técnicos en el apartado 2.3.3.3) han aportado datos valiosos a este respecto (ver revisión de Kutas y Federmeier, 2011). Se ha planteado que el cerebro hace uso de la información que brinda el contexto de la oración para predecir o anticipar las características semánticas y perceptuales de la palabra que debe aparecer a continuación, lo que permitiría estrechar la búsqueda a través de la memoria semántica y de esta manera, facilitar el procesamiento de la palabra que es más probable que aparezca. En caso de que no se cumplieran las expectativas, surgiría un problema de integración contextual, lo que podría necesitar más recursos de procesamiento. En este caso, la estrategia predictiva dejaría de ser eficiente siendo preferible emplear una estrategia integrativa de “esperar y ver” (Kutas y Federmeier, 2000).

Se ha reportado que el efecto que ejerce el contexto sobre la comprensión está presente, incluso, desde etapas muy tempranas del procesamiento. Así, por ejemplo, se han encontrado efectos de la congruencia semántica durante el procesamiento de oraciones alrededor de los 200 ms (Sereno, Brewer, & O'Donnell, 2003; Penolazzi, Hauk, & Pulvermüller, 2007), aunque se ha planteado que dicho efecto depende de la longitud y la frecuencia de las palabras escritas (Penolazzi y cols., 2007). Estos resultados estarían apoyando un modelo de procesamiento en paralelo. Sin embargo, para los modelos seriales el contexto no ejercería influencia sobre el procesamiento hasta los 400 ms después de la presentación de la palabra, aproximadamente.

Otro factor que influiría en el procesamiento semántico sería la frecuencia de uso de las palabras. Por ejemplo, se ha reportado que los sujetos responden más rápido ante palabras de mayor frecuencia que a las menos frecuentes, lo cual indica que hay una facilitación en el acceso a la memoria semántica. En relación a este tema, los modelos modulares predicen que el efecto debe ser aditivo, puesto

que la frecuencia de las palabras supuestamente influye sobre el acceso léxico, mientras que el contexto influye en los procesos post-acceso léxico. Los modelos interactivos proponen que existe una interacción entre la frecuencia de las palabras y el contexto porque ambos factores estarían influyendo el proceso asociado con el acceso léxico. El efecto de la frecuencia de las palabras se ve afectado, además, por la posición de la palabra en la oración.

2.1.3. *Procesamiento sintáctico de oraciones*

Sin embargo para comprender una oración no solamente se requiere que sepamos el significado de cada una de las palabras individualmente sino que es necesario también realizar un análisis del orden y posición que ocupan las palabras dentro de la estructura de la oración y su rol gramatical, es decir, características sintácticas y morfosintácticas: si son nombres, verbos o adjetivos, su género, su número, etc.

A través de las investigaciones acerca del procesamiento del lenguaje parece estar bastante bien establecido que las violaciones sintácticas provocan un patrón de respuesta cerebral distinto del que se encuentra ante violaciones semánticas. Por ejemplo, el patrón electrofisiológico que se activa ante una oración que presenta una violación de la estructura gramatical (p.e. “El agente vendes la tienda”: Osterhout and Holcomb, 1992) es muy distinto al que aparece en una oración que presenta una violación semántica (p.e. “Él se afeitó el bigote y la **camisa**”: Kutas y Hillyard, 1980). En el primer caso surge un componente positivo alrededor de los 600 ms con una topografía parietal, y en el segundo surgiría una negatividad central, con una latencia más temprana, alrededor de los 400 milisegundos (se ampliará este tema en los epígrafes 2.3.3.2 y 2.3.3.3). Las diferencias tanto de los patrones de activación cerebral, como de su topografía, evidencian que ambos procesos son distintos y separables.

Otras pruebas a favor de la existencia de procesos cognitivos separables involucrados en el procesamiento semántico y sintáctico provienen de los estudios de las palabras de “clase abierta” (p.e. nombres, verbos, adjetivos) y “clase cerrada” (p.e. artículos, conjunciones, preposiciones). Las palabras de “clase

abierta”, que estarían transmitiendo principalmente información semántica puesto que se refieren a objetos específicos y eventos, provocan activación de un patrón cerebral distinto al que se encuentra cuando se presentan las palabras de “clase cerrada”, que fundamentalmente sirven para indicar la estructura de la oración (Neville, Mills y Lawson, 1992).

En general, la mayoría de los autores que estudian el procesamiento sintáctico de oraciones concuerdan en que este es un proceso incremental, durante el cual cada palabra o partícula informativa (morfosintáctica) se va incorporando a una estructura sintáctica en construcción. Es decir, la persona que está leyendo una oración no espera hasta leerla completamente, sino que va construyendo la estructura sintáctica “en línea”. Sin embargo, cuando se presenta una oración en la que la nueva información que se va procesando entra en conflicto con la estructura sintáctica que hasta el momento se había construido, las explicaciones en cuanto a cómo el analizador sintáctico resuelve dichos conflictos varían entre los autores. De ahí que el estudio de las ambigüedades sintácticas sea una de las situaciones experimentales que típicamente se emplean en la investigación del procesamiento sintáctico.

La ambigüedad sintáctica es una situación en la que más de un análisis sintáctico correcto es posible para una secuencia de palabras y, por tanto, impone un problema para la comprensión, lo que implica que se produzcan errores de comprensión. Se han definido claramente dos posturas con posiciones opuestas que explican cómo se soluciona esta ambigüedad. En un extremo se encuentran los modelos modulares y en otro, los modelos interactivos, ambos mencionados anteriormente. Los autores representantes de los modelos modulares defienden que el procesador lingüístico construye una única estructura sintáctica, de manera que si la nueva información entra en conflicto con esa estructura, entonces se produciría un reanálisis de la estructura sintáctica y se re-elaboraría con el objetivo de incorporar la nueva información. Una de las teorías más conocidas en este grupo es la del “*garden path*”, la cual se basa experimentalmente en el estudio de oraciones ambiguas, o temporalmente ambiguas, puesto que el momento crucial viene cuando una nueva información desambigua definitivamente la estructura oracional (Martín-Loeches, 2012). Esta teoría defiende que el procesador lingüístico construye una sola estructura, a la que se le va añadiendo la nueva

información. En una primera etapa, solo se emplea información sintáctica en el proceso de estructura de la oración; otro tipo de información, como la semántica o contextual, por ejemplo, se tendrían en cuenta solamente en una etapa posterior.

Otra fuente de conflicto durante el proceso de análisis de la oración, puede ser la contradicción entre la estructura sintáctica formada hasta el momento y la información puramente sintáctica de la palabra que “llega”. Por ejemplo, en la oración: “*Mi amigo está arreglando las sillas y la mesa ya está arreglada*” parece que la palabra “mesa” forma parte del complemento directo, junto con “las sillas”, del verbo “arreglar”, sin embargo, con la continuación de la oración y la aparición del segundo verbo “está” se hace necesario buscar un agente para el mismo, y este no es otro aquí, que la palabra “mesa” (Martín-Loeches, 2012). Este tipo de oraciones suponen un incremento de la dificultad de su procesamiento y por tanto, de su entendimiento. El hecho de que, en un primer momento, se genere una estructura equivocada, estando otras opciones disponibles se debe, según la teoría del “*garden path*” a que las oraciones se analizan inicialmente siguiendo dos principios lingüísticos universales: adjunción mínima y de cierre tardío (Ferreira y Clifton, 1986).

Según el principio de adjunción mínima, siempre se hace primero el análisis más simple, definido por el menor número de nodos en la estructura de la oración. Este principio se aplica, generalmente, adjuntando la nueva información al nodo más alto posible en la estructura jerárquica de la oración, de manera que el número de nodos superiores sea el mínimo posible y no haya que agregar otros. Por su parte, el principio de cierre tardío postula que cuando se presenta una oración ambigua y las distintas opciones de resolución de dicha ambigüedad generan un número similar de nodos estructurales, entonces la información entrante se incorporaría al sintagma u oración en curso. Estos dos principios están estrechamente relacionados y serían reglas de carácter sintáctico y universal. Ambos se emplearían en la construcción de una única versión de todas las estructuras sintácticas posibles para la oración que se esté procesando, y se revisaría solamente en el caso de que entrara en conflicto con la información subsiguiente, sintáctica o extrasintáctica.

A diferencia de los modelos modulares, los modelos interactivos conciben que existe interacción entre las distintas fuentes de información desde los primeros momentos del procesamiento, sin que ninguna prevalezca sobre otra. Del contraste inicial de toda esta información surgiría seguidamente una o varias estructuras sintácticas como candidatas a describir la que corresponda a la oración que se esté analizando. Entonces, todas las estructuras sintácticas posibles se activarían en paralelo, siendo la o las estructuras que reciban más apoyo por parte de los datos las que estén más activadas. En estos modelos no existe el reanálisis, sino que todas las estructuras están presentes durante el procesamiento de la oración y sólo se elige entre varias alternativas ya activas, que pueden tener mayor o menor grado de activación.

Para la mayoría de los modelos interactivos, una fuente de información importante a la hora de construir la estructura sintáctica de la oración es la información semántica. Por ejemplo, el grado de animidad de un nombre juega un papel importante a la hora de establecer la estructura sintáctica de la oración. Si se consideran las oraciones: a) *“La mujer que vio el médico”* y b) *“La prueba que vio el médico”*, en la primera oración es ambigua en un inicio puesto que la mujer puede ser el sujeto de la oración o, como se desambigua después, el complemento directo de la misma. En cambio, para la segunda oración el procesamiento es más fácil, puesto que “la prueba” es un sustantivo inanimado y estos suelen tener una probabilidad bastante menor de ejercer el rol de sujeto de la oración, siendo más probable que ejerzan como complemento directo (Martín-Loeches, 2012).

Otra elemento importante para los modelos interactivos a la hora de construir la estructura de la oración es la frecuencia de las estructuras sintácticas utilizadas en una determinada lengua. A diferencia de lo que plantean los modelos modulares acerca de la universalidad de los principios lingüísticos de adjunción mínima y cierre tardío, estos modelos consideran que la aplicación de dichos principios dependería de la frecuencia con la que estas operaciones se emplean en cada lengua, es decir, sería el uso que hacen los hablantes de una lengua lo que determina la preferencia inicial por una estructura u otra. El contexto también sería un factor importante a la hora de construir la estructura sintáctica de la oración.

2.1.4. *Interacción de los procesos semánticos y sintácticos. Modelos seriales vs. interactivos.*

Como ya hemos visto, el significado individual de las palabras y la estructura sintáctica de la oración deben ser combinadas para lograr la comprensión completa de la misma. En el área de la psicolingüística existe un profundo debate en cuanto a cómo interactúan la información semántica y sintáctica durante el procesamiento de una oración y cuándo lo hacen. Se han propuesto varios modelos para explicar esta relación, que se pueden polarizar, de nuevo, en modelos modulares y modelos interactivos.

Como ya se ha mencionado, los modelos seriales o modulares, también conocidos como “sintacticocéntricos”, conciben que las representaciones sintácticas son la base estructural de las representaciones semánticas y pragmáticas (Fodor, 1983; Fraizer y Rayner, 1982). Además, asumen que cada uno de los componentes principales del lenguaje funciona como módulos de procesamiento independientes, encapsulados y en los que no hay influencia de otros módulos. Los distintos tipos de información actúan en distintos momentos temporales, no empezando una nueva etapa hasta que no finaliza la anterior. Durante la comprensión de una oración, se establecen primero las relaciones sintácticas entre los elementos generando una estructura concreta, y posteriormente se asigna el significado de cada palabra en la estructura sintáctica en función del lugar que ocupe la palabra (Chomsky, 1965). Aunque se asume que la interacción entre la información sintáctica y la semántica, ésta solo tiene lugar en etapas posteriores del procesamiento.

Por su parte, los modelos interactivos plantean que los diferentes tipos de información interactúan directa y simultáneamente entre ellos en todo momento (Marslen-Wilson y Tyler, 1987). Según esta visión, la comprensión de oraciones se realiza en una única etapa, en la que la estructura de la oración se va generando mediante un proceso dinámico en el que intervienen otras fuentes de información, como la semántica, desde las primeras etapas de procesamiento (p.e. MacDonald y cols., 1994).

En medio de estos dos extremos se sitúa un grupo de modelos teóricos que difiere en el grado de independencia y prevalencia que se le confiere a la información sintáctica y a la semántica/conceptual (p. o., Kim & Osterhout, 2005; Trueswell, Tannenhaus, & Garnsey, 1994). Por lo general, la tendencia es a aceptar que el grado de interacción entre las diferentes fuentes de información depende de las circunstancias concretas en las que una oración se presenta. Algunos defienden que los sistemas sintáctico y semántico serían dos vías de procesamiento del lenguaje independientes en algunos aspectos, pero interactivas en otros. Por ejemplo, cuando la estructura de la oración es simple y/o poco ambigua, la comprensión de oraciones está principalmente guiada por la información sintáctica. Sin embargo, cuando esta estructura es compleja o ambigua, el proceso de comprensión de la oración se ve inmediatamente influido por información semántica (Trueswell y cols., 1994; Kim y Osterhout, 2005). Kim y Osterhout (2005) plantean que bajo ciertas condiciones libres de ambigüedades sintácticas, las relaciones semánticas entre las palabras de la oración determinan su estructura independientemente del análisis sintáctico de la oración e incluso lo dirigen.

2.1.5. *Papel de la memoria de trabajo en el procesamiento de oraciones*

La memoria de trabajo (del inglés “*working memory*”), también llamada memoria operativa, hace alusión al sistema cerebral que proporciona el almacenamiento temporal y la manipulación de la información necesaria para un amplio rango de tareas cognitivas complejas, como la comprensión del lenguaje, el aprendizaje, el razonamiento, etc. (ver revisión de Baddeley, 2001, 2003). Está constituida por tres sistemas cognitivos: el *ejecutivo central*, el cual posee dos sistemas dependientes o esclavos; *el bucle fonológico* y la *agenda visoespacial*. El ejecutivo central está involucrado primariamente en procesos de atención y toma de decisiones. El bucle fonológico posee un almacén en el que se guarda la información auditivo-verbal, y un mecanismo articulatorio de repetición, o “*de refresco*”, que permite que no se pierda la información. Por su parte, la agenda visoespacial es similar al bucle fonológico pero se especializa en información visual y espacial (Baddeley, 2001).

La memoria de trabajo nos permite mantener activos o sub-activos varios elementos hasta que estos sean relacionados con su correspondiente contraparte, aun cuando exista una distancia entre ellos o puedan aparecer elementos confusos de por medio (Martin-Loeches, 2010). Es decir, mediante la memoria de trabajo podemos mantener activa la información que necesitamos en cada momento, aunque no es ilimitada. Por ejemplo, en la oración “El buen periodista que fue atacado por el senador corrupto ha sido premiado” (Martín-Loeches, 2010), existen un número de elementos entre el sujeto y el predicado que podrían dificultar la comprensión de la misma; sin embargo, nuestra memoria de trabajo nos permite mantener activos estos elementos de manera que cuando llegamos al final de la oración podemos entender perfectamente lo que se dice en la misma.

Cuando se habla del proceso de comprensión de oraciones ha de tenerse en cuenta cómo se organiza la memoria de trabajo y los recursos cognitivos para tal fin. Algunos autores plantean que existe una memoria de trabajo lingüística, que es independiente y que dentro de sus principales tareas están las operaciones sintácticas. De acuerdo a esta teoría, algunas regiones del área de Broca estarían involucradas específicamente en la memoria de trabajo sintáctica (p.e. Fiebach et al., 2005). En relación a este tema existe un debate acerca de si la memoria de trabajo lingüística es un recurso unitario (p.e. Just y Carpenter, 1992) o si ésta está compuesta por varios recursos lingüísticos modulares, donde cada uno tiene su propia capacidad de memoria de trabajo (p.e. Waters y Caplan, 1996).

El enfoque defendido por Just y Carpenter (1992), al que se denomina “Modelo de los recursos compartidos”, plantea que la memoria de trabajo lingüística limita los procesos de comprensión del lenguaje. Es decir, asumen la existencia de una memoria de trabajo única para la comprensión del lenguaje, concibiendo una naturaleza interactiva de los procesos subyacentes. Durante el procesamiento de una oración el modelo usa los “*ítems*” de la memoria de trabajo para construir representaciones semánticas y sintácticas explícitas con el objetivo de interpretar la misma. El mismo sistema de memoria de trabajo está involucrado en la construcción de las estructuras sintácticas y en mantener estas estructuras activas en la memoria mientras son llevadas a cabo otras operaciones. Para los autores, la variación en la capacidad de la memoria de trabajo lingüística entre la población normal es la principal causa de las diferencias individuales en la comprensión del

lenguaje. De hecho, sugieren que la reducción de la capacidad de comprensión y producción del lenguaje que se observa en los ancianos pueden ser explicadas por las reducciones en la capacidad de memoria de trabajo.

Contraria a esta teoría, Waters y Caplan (1996) proponen la “Teoría de los recursos divididos”, la cual es más cercana a la concepción de la naturaleza modular de los procesos del lenguaje. Los autores plantean que existen dos tipos separados de memoria de trabajo para el lenguaje; uno se dedica a los procesos psicolingüísticos no conscientes involucrados en la comprensión “*on-line*” del lenguaje; y el otro se dedica a las tareas controladas, mediadas verbalmente. Los primeros constituyen las operaciones que transforman la señal acústica en una representación semántica preferente, coherente con el discurso. Esta función, además del análisis sintáctico, incluye otras operaciones como el acceso léxico, asignación de contornos de entonación, determinación de los valores semánticos de la oración como roles temáticos, etc. Estos procesos son automáticos y encapsulados, y no se ven afectados por la carga informativa de la memoria de trabajo o su deterioro. Este dominio contrasta con el segundo, el cual se encarga de los procesos conscientes, controlados y mediados verbalmente, como la búsqueda a través de la memoria semántica de determinada información, el razonamiento explícito y otro tipo de tareas, que según los autores, utilizan distintos tipos de recursos (Waters y Caplan, 1996).

También existen otros acercamientos al papel de la memoria operativa en el procesamiento lingüístico. Por ejemplo, MacDonald y Christiansen (2002) proponen un modelo conexionista, según el cual el procesamiento del lenguaje se realiza mediante la activación de una red cuya capacidad de procesamiento de la información varía en función del estímulo (si el material es simple o complejo), las propiedades de la red y la interacción de estas propiedades (cuántas veces la red ha experimentado estímulos similares). Este modelo explica las diferencias individuales en el procesamiento del lenguaje como el resultado de la interacción entre las variaciones biológicas y las diferencias en el grado de experimentación del lenguaje que tienen las personas.

2.2. Las emociones

2.2.1. *Definición y clasificación*

Aunque nuestra vida diaria está permeada de emociones, en el ámbito de la psicología cognitiva y las neurociencias este tema ha sido históricamente subvalorado y, en consecuencia, muy poco abordado. Tiempo atrás se concebían la emoción y la cognición como entidades separadas, y se le confería una mayor importancia a los procesos cognitivos. Hace poco más de dos décadas los científicos se dieron cuenta de que esta visión era parcial y deficiente, y que la única manera de entender la complejidad del comportamiento humano partía de reconocer y estudiar la interacción entre cognición y emociones (ver revisiones de Pessoa, 2008; Brosch, Purtois y Sander, 2010).

Hasta la actualidad existen muchos trabajos que abordan el estudio de las emociones, sin embargo, aún no se puede hablar de un consenso en cuanto a su definición. Los trabajos de algunos autores han arrojado luz en la comprensión de las emociones y descrito características básicas de las emociones que sirven de guía en las investigaciones en este campo. Así, ya desde los trabajos de Ekman, por ejemplo, se identificaron y describieron un grupo de emociones “básicas” que incluyen: miedo, sorpresa, aversión, ira, alegría y tristeza (Ekman, 1996; Ekman y Friesen, 1971). Según estos autores existen determinados comportamientos faciales que están universalmente asociados a emociones particulares y estas emociones son interpretadas de la misma manera en todas las culturas (Ekman y Friesen, 1971). Las emociones, incluyendo las definidas como básicas, podrían clasificarse en un grupo de emociones positivas o placenteras (placer, orgullo, etc.), para las cuales existen expresiones faciales correspondientes (p.e., una sonrisa), mientras que otras se podrían clasificar como no placenteras (decepción, tristeza, etc.), y que también desencadenarían expresiones faciales específicas.

Esta clasificación de las emociones en positivas y negativas parece ser un rasgo ampliamente aceptado por los estudiosos de esta materia. Por ejemplo, Edmund Rolls (Rolls, 1999, 2005) ha desarrollado la hipótesis de que las emociones son estados provocados por recompensas (del inglés “*rewards*”) y castigos (del inglés

“*punishers*”). Las recompensas son algo que se intentará buscar siempre, mientras que los castigos se intentarán evitar. En la misma línea, los trabajos de Peter Lang y colaboradores plantean que las emociones están fundamentalmente organizadas alrededor de dos sistemas motivacionales: el apetitivo y el aversivo, que han evolucionado para mediar la interacción con el medio y que puede tanto promover como amenazar su supervivencia (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997, Bradley, Codispoti, Cuthbert, y Lang, 2001). En este sentido a las emociones se les confiere un papel de vital importancia en la supervivencia de la especie (p.e. Lang y col., 1997, Bradley y col., 2001; Rolls, 2005). Sin embargo, además de la función biológica de protección ante el peligro, se han identificado otras funciones de las emociones como, por ejemplo, la comunicación a través de la expresión facial de una emoción, la facilitación del almacenamiento y recuperación de recuerdos, la motivación continua y persistente y la dirección del comportamiento cuando ha perdurado la emoción unos minutos o más, después de la ocurrencia de un estímulo reforzante (Rolls, 2005).

Las manifestaciones de las emociones se observan en un triple sistema de respuesta: el conductual, el expresivo-lingüístico y el fisiológico (Vila y Fernández-Santaella, 1997). El sistema conductual incluye tanto las acciones externas típicamente emocionales (aproximación, ataque, huida) como los efectos de la emoción en la ejecución de tareas no emocionales (atención, memoria, aprendizaje), facilitándolas o dificultándolas. El sistema expresivo-lingüístico incluye tanto la comunicación verbal directa de tipo emocional (expresiones de alegría, tristeza, miedo, ira) como los informes evaluativos sobre los propios sentimientos y afectos. Por último, el sistema fisiológico incluye tanto las respuestas viscerales y somáticas, las cuales constituyen el apoyo logístico e instrumental de las acciones externas, como los propios cambios fisiológicos cerebrales.

La línea de estudio desarrollada por el grupo de Lang ha tenido gran aceptación en el marco de la investigación de las emociones. Según esta teoría, todas las reacciones emocionales comparten determinadas características: direccionalidad (tendencia a la aproximación o a la evitación), intensidad (mayor o menor requerimiento de energía) y control (continuidad o interrupción en la secuencia conductual). Estas tres características constituyen las tres grandes dimensiones

que organizan el mundo emocional: valencia, activación (“*arousal*”, en inglés) y dominancia. La dimensión de valencia, hace referencia a un continuo que varía desde el extremo positivo o apetitivo, hasta el extremo negativo o aversivo. La dimensión de la activación varía desde el extremo de activación, hasta el extremo de calma. Por último, la dominancia, está definida por los extremos de fuerte/control/dominante y débil/controlado/sumiso (Lang, 1995; Lang, Davis y Öhman, 2002). Siguiendo esta teoría, en el presente estudio empleamos las dimensiones de valencia y activación para clasificar nuestros estímulos emocionales. Nos centraremos solamente en las dimensiones valencia y activación dado que son las que mayor impacto tienen, y de hecho los autores posteriormente propusieron un modelo en el que las emociones son explicadas teniendo en cuenta estas dos dimensiones solamente (ver Lang y cols., 1997). En coherencia con lo anterior, existe un grupo extenso de investigaciones en las que solamente se consideran la valencia y activación de los estímulos emocionales para su clasificación (p.e. Fischler y Bradley, 2006; Bayer Sommer y Schacht, 2010, Herbert, Junghofer y Kissler, 2008 etc.).

En general, hay una tendencia en las evidencias empíricas a apoyar el postulado de que las emociones positivas generan un estado heurístico que influye en el procesamiento de la información que realiza la persona (p.e. Bohner, Chaiken, & Hunyadi, 1994; Park & Banaji, 2000). Por el contrario, aquellos que se encuentran en estados afectivos negativos parecen más proclives a ser afectados por las implicaciones de la información que se presenta en determinada situación (p.e. Park & Banaji, 2000; Fredrickson & Branigan, 2005). Sin embargo, los resultados acerca de la influencia que ejercen las emociones sobre los procesos cognitivos no son homogéneos. Otros estudios, por ejemplo, muestran resultados que apoyan la visión de que las emociones, tanto positivas como negativas, dificultan el procesamiento cognitivo, dado que implican que tengan que dedicarse más recursos atencionales al procesamiento de las mismas (Mackie & Worth, 1989; Seibert & Ellis, 1991). Las diferencias de opiniones a este respecto, apoyadas por los resultados tan diversos que se encuentran en la literatura, han dado lugar al planteamiento de teorías psicológicas en las que se explica el carácter de la interacción de las emociones y la cognición, las cuales serán abordadas en el epígrafe 2.2.3.

Por último, dado que en la literatura acerca de las emociones se manejan con frecuencia los conceptos de emoción y estados de ánimo y no siempre queda claro lo que estos expresan, sería conveniente hacer una diferenciación de los mismos. Según Rolls (2005), las emociones son estados provocados por estímulos reforzantes; sin embargo, si estas emociones se mantienen un tiempo largo, después de haber desaparecido el estímulo, o si surgen espontáneamente, entonces se habla de estado de ánimo. Los estados de ánimo, el humor, perduran por minutos u horas en comparación con las emociones, que suelen permanecer por segundos, o incluso, fracciones de segundo. Las emociones son típicamente más intensas. Los estados de ánimo no suelen generar las pronunciadas expresiones faciales y cambios en la actividad autónoma que generan las emociones, y son además *el "background"* en el que se desarrollan nuestras actividades cotidianas (ver también revisión de Mitchell y Phillips, 2007).

También son muy cercanos los conceptos de emoción y motivación por lo que también requieren que sean claramente definidos. Las emociones activan y dirigen la conducta de la misma manera que las motivaciones. Sin embargo son diferentes en cuanto a que las motivaciones se desencadenan desde el interior y por una necesidad concreta (por ejemplo, el hambre nos lleva a buscar comida), mientras que las emociones se desencadenan desde el exterior y surgen ante una amplia variedad de estímulos (Rolls, 2005).

2.2.2. Emociones y procesos cognitivos

2.2.2.1. Realización de juicios, razonamiento y toma de decisiones

Como ha quedado demostrado a través de un gran número de estudios, las emociones impactan los procesos cognitivos superiores, por ejemplo: memoria, atención, lenguaje, solución y planificación de problemas, etc. (p.e. Ashby, Isen y Tuken, 1999; Pessoa, 2008; Blanchette y Richards, 2010, Rolls, 2013). Así, por ejemplo, se ha reportado que las emociones afectan el cómo las personas estiman la probabilidad de que ocurra un evento futuro, es decir, cómo realizan juicios sobre el futuro. En este sentido, las personas que se encuentran en estados afectivos

positivos son más rápidas recuperando ejemplos de eventos positivos y estiman una mayor frecuencia de estos eventos, que los que se encuentran en estados afectivos negativos (ver revisión de Blanchette y Richards, 2010).

Los estudios de toma de decisiones investigan cómo las personas eligen/evitan una opción entre varias que conlleva determinados niveles de riesgo. Se ha visto por ejemplo que los estados de ansiedad, así como los estados positivos incrementan la aversión al riesgo, mientras que la tristeza incrementa la tolerancia al riesgo o incluso conlleva a buscar situaciones arriesgadas (ver revisión de Blanchette y Richards, 2010). DeSteno y colaboradores (DeSteno, Gross, Kubzansky, 2013) plantean que deben hacerse categorizaciones más precisas de los estados emocionales, en cuanto a cómo cada uno de ellos puede alterar las percepciones de riesgo y por tanto, la toma de decisiones de los sujetos. Por ejemplo, aunque ira y tristeza pueden valorarse como estados negativos, la ira puede incrementar el que un paciente crea que su médico le ha dado una receta incorrecta puesto que es un arrogante, mientras que la tristeza puede conllevar a que el paciente crea que, incluso con la medicina y las indicaciones terapéuticas correctas, el tratamiento no tendrá efecto.

En el proceso de toma de decisiones se valoran las consecuencias que acarrearía determinada decisión; a esto se le ha denominado “utilidad percibida”. Así, mientras que en una situación en la que se realizan juicios sobre el futuro, las emociones positivas llevan a una predicción de sucesos positivos (debido a la llamada disponibilidad heurística), en una situación de toma de decisiones, las emociones positivas conducen a una valoración mayor de la pérdida de lo que se tiene (p.e. el hecho de considerar una mejor decisión usar cinturón de seguridad, aun cuando la probabilidad de que un accidente fatal ocurra sea baja). Por el contrario, el miedo parece incrementar tanto la percepción de lo que puede acarrear un resultado negativo, como su probabilidad estimada, aunque, según plantean Blanchette y Richards (2010), los resultados en este sentido son mixtos.

De manera similar, los estados emocionales afectan el tipo de estrategia usada en tareas de razonamiento (Blanchette y Richards, 2010). Por ejemplo, los estados positivos incrementan la confianza en el procesamiento heurístico. Por el contrario, los estados negativos incrementan el procesamiento sistemático, lo que conlleva a

un mayor rendimiento en un número de tareas que se basan en un procesamiento extenso.

En línea con estas propuestas, un estudio de Wiswinde y colaboradores (Wiswinde, Münter, Krömer y Russeler, 2009), en el marco de la investigación acerca de la corporeidad de las emociones, reportó una disminución de la monitorización de la tarea y del sistema de detección de errores con la emoción positiva inducida por una expresión facial (sonrisa). Esto es compatible con reportes acerca de que la emoción positiva conlleva un incremento de la flexibilidad cognitiva, lo que hace que los sujetos sean menos estrictos evitando errores y por tanto que tengan un comportamiento más flexible (Dreisbach y Goschke, 2005; Dreisbach, 2006).

2.2.2.2. Atención y percepción

Se ha demostrado, a través de un número importante de trabajos, que las emociones “capturan” la atención, es decir, cuando los recursos atencionales son limitados en espacio o tiempo, los estímulos emocionales son procesados preferencialmente en comparación con estímulos neutros. Dada la relevancia adaptativa que encierra identificar estímulos que pueden ser potencialmente peligrosos o, por el contrario, positivos para el organismo, el procesamiento perceptual de estos estímulos se entiende que debe ser priorizado con el objetivo de dar una respuesta comportamental apropiada a la situación. El efecto de las emociones sobre la atención ha sido descrito tanto durante la realización de distintas tareas experimentales, como para varias categorías de estímulos, aunque depende de la naturaleza de la tarea y de la relevancia de la información emocional (ver revisiones de Pleps, 2006; Vuilleumier y Huang, 2009; Brosch y col., 2010; Rolls, 2013).

Por ejemplo, en una tarea de atención visual en la que los participantes tienen que buscar un estímulo “*target*” que está inmerso en un grupo de estímulos distractores que pueden, o no, compartir similitudes con el “*target*”, se reportaron tiempos de detección más cortos cuando el estímulo “*target*” contenía algún valor emocional, como por ejemplo, una cara de enfado entre caras neutras (Öhman, Lundqvist, & Esteves, 2001b) o una serpiente entre flores (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001a).

Esta ventaja en la búsqueda de estímulos emocionales fue interpretada como una búsqueda en paralelo que conduce a un efecto “*pop out*”. Los estímulos emocionales dirigen la orientación de la atención y prolongan la retirada de la misma. En pacientes con síndrome de negligencia hemiespacial, por ejemplo, que tienen un déficit de atención espacial, detectan mejor estímulos emocionales (en comparación con neutros) aun cuando estos aparezcan en el hemicampo desatendido (Vuilleumier, 2005).

De manera similar, también se ha comprobado la superioridad de las emociones durante la realización de paradigmas de parpadeo atencional, en el que se les presenta a los sujetos una serie de estímulos (p.e. palabras o imágenes) con un elevado índice de aparición. Por ejemplo, en tareas de presentación serial visual rápida (en inglés, RSVP: “*rapid serial visual presentation*”) en los que se presentan unos 10 estímulos por segundo, los sujetos tienen que identificar uno o más “*target*”, lo cual es muy complejo teniendo en cuenta que se puede presentar un segundo estímulo “*target*” en un intervalo de tiempo de 200-500ms. Se ha reportado que los estímulos emocionales, cuando aparecen en la posición de segundo “*target*”, son mejor detectados que los neutros (Anderson, 2005). Estos resultados indican que los estímulos emocionales son seleccionados preferencialmente con respecto a otros estímulos, facilitando su procesamiento. Zeelenberg y colaboradores (Zeelenberg, Wagenmakers, & Rotteveel, 2006) presentaron palabras emocionales durante 25 ms y rápidamente después las enmascaraban. La tarea de los sujetos consistía en indicar qué palabra habían visto mediante la elección entre dos posibilidades. Como resultado obtuvieron que las palabras positivas y negativas fueron mejor reconocidas en comparación con las neutras.

También se ha estudiado cómo las emociones afectan las respuestas automáticas de inhibición y activación que son generadas previas a la percepción manifiesta de estímulos. Por ejemplo, Bocanegra y Zeelenber (2012) encontraron que la presentación de caras con expresiones faciales que inducían temor, a diferencia de las neutras, aumentaron el efecto de congruencia positiva o negativa en un paradigma de preparación enmascarada (“*priming masked task*”) en el que los sujetos tenían que responder a la dirección de las flechas presentadas, las cuales estaban precedidas por presentaciones “invisibles” de flechas congruentes o incongruentes. Estos resultados muestran que la emoción prepara el sistema

visuo-motor del individuo para la activación automática o inhibición de las respuestas motoras en etapas muy tempranas del procesamiento del estímulo.

En línea con lo anterior, se ha demostrado que la atención conlleva un incremento de la activación en las regiones de procesamiento visual. En este sentido, se ha propuesto que en etapas muy tempranas durante el procesamiento de los estímulos la amígdala recibe señales acerca del significado emocional del estímulo y, a través de proyecciones que envía a regiones corticales sensoriales, modula los procesos de percepción y atención (Anderson & Phelps 2001; Vuilleumier, Richardson, Armony y cols., 2004).

2.2.2.3. Memoria

Numerosas pruebas se han presentado en relación con el impacto de las emociones en diferentes formas de memorias, incluyendo la declarativa (explícita) y no-declarativa (implícita). Estímulos emocionales, como palabras e imágenes pueden tener representaciones más poderosas en la memoria en comparación con los estímulos neutros (LaBar & Cabeza, 2006; Phelps & Sharot, 2008), lo que probablemente está dado por la relevancia que tienen aquellos para el organismo.

La memoria episódica es impactada por las emociones (Phelps, 2006; Sharot, Delgado y Phelps, 2004, etc.). Se ha planteado que las emociones, principalmente el “*arousal*”, incrementa la consolidación dependiente del hipocampo. En estudios de fMRI se ha reportado que la activación de la amígdala durante la etapa de codificación puede predecir una posterior retención para los estímulos emocionales. De hecho, pacientes con daños en la amígdala muestran resultados en las curvas de olvidos similares para estímulos emocionales y neutros en comparación con personas sanas, quienes muestran mayor retención para los estímulos de alto “*arousal*”. El incremento del efecto en la memoria de los estímulos emocionales de alto “*arousal*” involucra interacciones entre estructuras subcorticales y corticales que comprometen sistemas neuro-hormonales periféricos y centrales que son coordinados por la amígdala (LaBar y Cabeza, 2006).

Las emociones influyen también en la experiencia subjetiva del recuerdo. Los estudios de recuerdos “*flashbulb*” (ver Phelps, 2006) sugieren que la emoción tiene además un efecto independiente, incrementando el sentimiento de precisión independientemente de su precisión real. Imágenes de resonancia magnética han mostrado que la emoción puede alterar los mecanismos neuronales subyacentes a los juicios subjetivos del recuerdo (Sharot y cols., 2004).

La significación emocional del estímulo incrementa la formación de recuerdos en la memoria a largo plazo y facilita la recuperación de los mismos. Por ejemplo, se ha podido comprobar, mediante estudio de imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI), que para palabras negativas, de alto y bajo “*arousal*”, el proceso de codificación (una de las etapas de la memoria: codificación, consolidación y recuperación: Phelps, 2006; Yang, Xu, Xiaoya, y cols., 2011) es satisfactorio en relación a las palabras neutras. Así también, el proceso de recuperación se ve afectado por el contenido emocional de las palabras presentadas (Dolcos, LaBar y Cabeza, 2004). Para ambos casos se registró actividad en el hipocampo y la amígdala. También para ambos casos se encontró que la correlación entre los procesos de codificación y recuperación y la actividad en amígdala y regiones de la memoria en el lóbulo temporal medial es mayor para estímulos emocionales en comparación con neutros (otros ejemplos de estudios en LaBar & Cabeza, 2006).

También se ha evaluado el efecto de las emociones sobre la memoria implícita. Para ello, una de las pruebas que se le presentan a los sujetos es el “*priming*” (o preparación) afectivo subliminal, para explorar el efecto de una experiencia previa, no consciente, en el comportamiento subsiguiente. Yang y colaboradores, presentaron a un grupo de sujetos caras con expresiones faciales negativas y neutras (Yang, Xu, Xiaoya, y cols., 2011) con el objetivo de investigar si el procesamiento no consciente de éstas impacta la memoria implícita después de espacios de tiempo cortos y largos. En este estudio, las caras negativas, presentadas por un corto espacio de tiempo que impedía que fueran vistas “conscientemente” por los sujetos, provocaron una respuesta más rápida a la tarea, en comparación con las neutras. En un segundo experimento, se le presentaron caras enmascaradas durante la etapa de codificación y un tiempo después (concretamente, 3 minutos) se le pedía a los sujetos que emitieran un juicio (negativo o neutro) de la misma cara con una expresión congruente, con una

expresión incongruente o una nueva cara. Los sujetos presentaron un efecto “*priming*” significativo para las caras negativas pero no para las neutras. En resumen, estos resultados evidencian que el aprendizaje no consciente de estímulos emocionales facilita su recuerdo subsiguiente en el tiempo. En opinión de los autores, podría existir un mecanismo común subyacente al efecto de “*priming*” a largo plazo para la memoria emocional explícita e implícita. La memoria emocional explícita depende en mayor medida de la atención y los mecanismos de consolidación. El procesamiento de estímulos no conscientes puede incrementar la actividad en la amígdala, lo que unido a la activación de la corteza prefrontal, pueden incrementar también la atención y la activación cortical (Phelps, 2006).

Los estudios de memoria de trabajo también muestran que la valencia de los estímulos emocionales afecta la realización de la tarea. Por ejemplo, en un estudio de Perlstein y colaboradores (Perlstein, Elbert y Stenger, 2002), los sujetos tenían que mantener en memoria imágenes que podían ser emocionales o neutras. Como resultado encontraron una mayor activación de la corteza prefrontal dorso-lateral para las imágenes positivas y menor activación para las negativas, en comparación con las neutras. Sin embargo, la activación en esta estructura no se mantuvo en un segundo experimento, en el que los sujetos no tenían que mantener la información en la memoria. Es decir, el hecho de mantener determinada información activa en memoria se ve afectada por el contenido emocional de la misma. En otro estudio de fMRI (Gray, Braver y Raichle, 2002) se le presentaron a los sujetos videos cortos (con contenido positivo, negativo y neutro) con el objetivo de inducirles estados emocionales y posteriormente se les pedía realizar tareas de memoria de trabajo. La emoción inducida, por un lado, redujo la carga psicológica de la tarea, y por otro, la incrementó, en dependencia del hemisferio (el estado positivo facilitó la realización de la tarea verbal, llevando a una disminución de la actividad de la corteza prefrontal izquierda). En resumen, la actividad de la corteza prefrontal y la memoria de trabajo pueden ser influenciadas por variables afectivas. Los resultados de este trabajo, además, destacan la importancia de distinguir entre estímulos y estados emocionales en el contexto de las asimetrías cerebrales.

Una propuesta interesante que surge de este trabajo es que la corteza prefrontal sería una región importante para la integración de los estados afectivos y la cognición. De manera similar a lo que ocurre en la corteza prefrontal, otros estudios

sugieren que la región orbitofrontal de la corteza prefrontal es responsable también de la integración entre emociones y control cognitivo (Elliott, Dolan, & Frith, 2000). De hecho, según Rolls (2004), la activación de la corteza orbitofrontal lateral se relaciona con comportamientos más flexibles y rápida sensibilidad a los cambios de refuerzos durante la realización de una tarea de función ejecutiva.

En otro estudio, Miendlarzewska y colaboradores (Miendlarzewska, van Elswijk, Cannistraci y van Ee, 2013) presentaron a dos grupos de sujetos una tarea de memoria de trabajo ("*N-back task*") con dos niveles de dificultad, induciendo un estado de ansiedad en uno de los dos grupos (amenaza de shock eléctrico) para incrementar el procesamiento atencional a la información negativa. También, durante la tarea, se presentaban muy brevemente distractores (imágenes emocionales). Como resultado encontraron que para tareas con moderada carga en memoria de trabajo, el reconocimiento de estímulos positivos y negativos fue similar para ambos grupos y mejor que para los neutros. Sin embargo, las tareas cognitivas que implicaban alta carga de memoria de trabajo durante la presentación de estímulos de alto "*arousal*" atenuaron la formación de recuerdos emocionales incidentales. Es decir, los recursos cognitivos, que de otra manera serían "capturados" por la relevancia de los distractores emocionales, ante tareas demandantes de memoria de trabajo, se ven saturados. Además, en el caso del grupo "de mayor ansiedad", que obtuvo el peor desempeño en la tarea de memoria, el estado de ansiedad impone una carga mayor a la memoria de trabajo y limita el procesamiento de estímulos no relevantes para la tarea, aunque estos sean emocionales.

2.2.2.4. *Lenguaje*

Existe un número importante de trabajos que muestran cómo las emociones afectan el lenguaje (p.e., Federmeier, Kirson, Moreno y Kutas, 2001; Fischler y Bradley, 2006; Herbert, Junghofer, & Kissler, 2008; Schacht y Sommer, 2009a,b; Chwilla, Virgillito, and Vissers, 2011; Palazova, Mantwill, Sommer y Schacht, 2011; Palazova, Sommer y Schacht, 2013). Desde el ámbito de la corporeidad de las emociones se ha planteado que las palabras tienen sentido porque están ancladas en la percepción, la acción y la emoción (p.e. Glenberg, Havas, Becker y

Rinck, 2005; Winswinde, y cols., 2009). Según estos trabajos, el completo entendimiento del lenguaje con significado emocional requiere que se simule, o se induzca parcialmente, el estado emocional del que se habla, usando los mismos mecanismos corporales y neurales implicados en la experimentación de dicha emoción (Glenberg, et al., 2005). En este sentido, parte del entendimiento del lenguaje emocional implicaría adentrar al cuerpo en determinado estado emocional, que es lo que le daría el sentido a las palabras. Entonces, si el sistema corporal es coherente con el estado emocional acerca del cual se está leyendo (o hablando), sería más fácil entender el mensaje, y viceversa. Es decir, si estamos leyendo acerca de cosas placenteras (positivas) entenderemos mucho más rápido el mensaje si nos encontramos alegres, a diferencia de si estamos tristes, y viceversa. Por otra parte, se ha reportado también que los estados emocionales de los sujetos modulan de manera general el procesamiento semántico de oraciones (Chwilla y cols., 2011). Así, los sujetos que estaban en un estado emocional positivo dieron muestras de una facilitación del procesamiento semántico, lo que probablemente estaría relacionado con el empleo de una estrategia de procesamiento diferente a la empleada bajo un estado emocional negativo, caracterizada por un foco de atención más amplio y una mayor flexibilidad cognitiva.

De manera general, el volumen mayor de los trabajos que abordan el impacto de las emociones en el lenguaje se centra en el estudio del procesamiento semántico del mismo, fundamentalmente en palabras y en pares de palabras. En general, la gran mayoría de los trabajos muestra que las emociones contenidas en las palabras o inducidas por otras vías, afecta el procesamiento del lenguaje. Sin embargo, la direccionalidad de esta influencia presenta gran heterogeneidad entre los distintos estudios. Así por ejemplo, se ha reportado una modulación de la amplitud de componentes electrofisiológicos relacionado con el procesamiento del lenguaje (p.e. N400) que diferencia entre las valencias emocionales (p.e. Herbert y cols., 2008; Federmeier y cols., 2001). Otros, sin embargo, han encontrado una modulación de este componente similar para ambas emociones (p.e. en Fischler y Bradley, 2006). Según la variación de la amplitud de la N400, se ha concluido que las emociones facilitan o dificultan el procesamiento semántico de la palabra (p.e. en Herbert et al., 2008, las emociones positivas parecen facilitar el procesamiento semántico, a diferencia de las negativas).

Muchas son las variables que difieren entre los distintos paradigmas experimentales empleados, desde las relacionadas con la emoción (p.e. vía de inducción de la emoción, nivel de activación de los estímulos, etc.) hasta las lingüísticas (p.e. frecuencia de uso de las palabras, tipo de palabras: sustantivos, verbos, adjetivos, presentación de palabras en solitario o inmersas en un contexto, etc.), así como las tareas experimentales (p.e. evaluación explícita de la emoción, lectura pasiva de los estímulos, etc.). El empleo de unas variables u otras en los distintos estudios pudieran estar en la base de la gran variabilidad encontrada en los resultados que se reportan (no se presentarán detalles de los estudios en este apartado, dado que se irá haciendo referencia a ellos más adelante a lo largo del trabajo).

En relación al estudio de las emociones durante el procesamiento sintáctico, sin embargo, el número de estudios es muy reducido. Solo dos, hasta donde conocemos, abordan esta relación (Visser, Virgillito, Fitzgerald, Speckens y cols., 2010; Jiménez-Ortega, Martín-Loeches, Casado, y cols., 2012). Hasta la actualidad, no existen otros reportes, a excepción del presente trabajo, que traten el tema de cómo la emoción de una palabra modula el procesamiento de la oración en la que ésta se encuentra inmersa, tanto en el dominio sintáctico como en el semántico.

2.2.3. Teorías psicológicas que explican la interacción entre emociones y cognición

Como hemos visto hasta aquí, las emociones afectan a gran variedad de procesos cognitivos, sin embargo, los resultados que se presentan acerca de cómo se ven afectados son muy diversos. De hecho, existe un intenso debate en la literatura acerca de si las emociones positivas y negativas son facetas de aspectos relativamente independientes, o de si son dos extremos de la misma dimensión bipolar.

En este sentido, se han presentado varias teorías psicológicas para explicar el carácter de la interacción entre las emociones y los procesos cognitivos. Por una parte, se ha planteado que el humor es una fuente de información, y tiene una

influencia motivacional sobre el procesamiento. Por ejemplo, los estados de ánimo positivos tienden a generar estilos de procesamiento heurísticos en comparación con los estados de ánimo neutros (Bohner y cols., 1994; Park & Banaji, 2000). El procesamiento heurístico puede definirse como un enfoque no riguroso de resolución de problemas, en el que se emplean accesos directos para dar una respuesta. Este estilo de procesamiento se da fundamentalmente durante estados de ánimo positivos porque estos indicarían la ausencia de amenazas y en consecuencia se produciría una reducción de la motivación para alterar la situación actual. Dado que durante la mayoría de las tareas ejecutivas (planificación, atención, toma de decisiones, solución de problemas, memoria de trabajo, etc.), se requiere de un cuidadoso control atencional, el uso de estrategias heurísticas en estos casos se traduciría en un deterioro del resultado de las mismas.

Relacionado con esta visión, se ha planteado que existe una tendencia a que haya una respuesta motivacional positiva débil en ausencia de estímulos, a la que se le ha denominado "*positivity offset*" (Cacioppo y Gardner, 1999). Como consecuencia de este "*positivity offset*" la motivación de acercamiento es mayor que la de evitación ante estímulos de baja activación, lo cual es muy importante evolutivamente puesto que permitiría que los organismos que se encuentren frente a estímulos neutros o desconocidos se sintieran ligeramente motivados a explorarlos, lo que a su vez sería importante en la supervivencia de la especie.

En cambio, los estados de ánimo negativos promoverían un incremento del procesamiento analítico (Park & Banaji, 2000), ya que los estados negativos indican la existencia de un problema en el ambiente y motivarían al individuo a realizar procesamientos sistemáticos para resolver dicho problema. En consecuencia, se ha planteado que este tipo de procesamiento analítico podría potencialmente mejorar el desempeño de los sujetos durante las tareas cognitivas. Algunas teorías relacionadas sugieren que los estados positivos apoyan un modo de procesamiento holístico y global, mientras que los estados negativos conducen a un procesamiento más localizado y focalizado (Bolte, Goschke, & Kuhl, 2003; Fredrickson & Branigan, 2005). Por ejemplo, Fredrickson y Branigan plantean que los estados positivos permiten que esté disponible un repertorio más amplio de alternativas, mientras que los estados negativos estrechan la posibilidad de tendencias de acción.

En relación al procesamiento de estímulos emocionalmente negativos, un grupo de trabajos ha reportado que estos generan una respuesta más rápida y prominente en comparación con estímulos positivos o neutros (p.e. Northoff, Richter, Gessner, Schlagenhaut, Fell, Baumgart y cols., 2000; Carretié y cols., 2001; Poutois, Grandjean, Sander y Vuilleumier, 2004). Esta manera de responder ante estímulos negativos tendría una respuesta evolutiva y es el hecho de que es más difícil revertir las consecuencias de un evento peligroso o fatal en comparación con otros que no implican tal peligro. A este efecto se le ha llamado “sesgo negativo” (del inglés *“negativity bias”*) y se ha demostrado que se manifiesta a través de diversos sistemas de respuesta, incluyendo el cognitivo, emocional y de comportamiento social (Cacioppo y Gardner, 1999). Dada la importancia que reviste el detectar los estímulos que pueden poner en peligro la integridad física, o incluso la vida, nuestro cerebro puede responder a ellos incluso cuando dichos estímulos no son percibidos conscientemente (p.e. Carretié, Hinojosa, Mercado y Tapia, 2005). En la base de este procesamiento diferencial estaría un mecanismo cerebral cuya principal característica es responder rápidamente a los estímulos potencialmente peligrosos, lo cual implicaría el coste de menor precisión en el procesamiento. Carretié y colaboradores (Carretié, Albert, López-Martín y Tapia, 2009) se refieren a este circuito como “cerebro negativo”. En la posición opuesta estaría un circuito que se encarga de un procesamiento menos rápido pero más preciso y exacto.

Esta estrategia dual puede ser ilustrada considerando los dos sistemas neurales distintos para el procesamiento de la información visual: uno de ellos, la vía magnocelular, lleva información de baja calidad pero que llega rápidamente a las estructuras claves en el procesamiento de la información negativa; el otro sistema, lleva la información exclusivamente a la corteza visual y permite una exploración profunda del estímulo (Carretié y cols., 2009). Como parte del “cerebro negativo”, Carretié y colaboradores identifican tres estructuras que se encargan de la evaluación del riesgo de la situación y de la decisión de la respuesta, estas son: la amígdala, la corteza frontal ventromedial y la ínsula anterior. Estas tres estructuras están profundamente interconectadas, lo que quiere decir que cualquiera de ellas puede modular la actividad de las otras. Las tres reciben información directa de las cortezas sensoriales, o núcleos sensoriales y, además, tiene acceso directo al sistema de respuesta, que incluye procesos de ejecución motora y autonómica,

modulación de la atención e influencia sobre otros procesos cognitivos como el aprendizaje relacionado con el peligro o recuperación de experiencias previas. Las estructuras que componen “el cerebro negativo” no son específicas del procesamiento de estímulos negativos, pero son activadas “preferencialmente” por ellos.

Otra de las teorías propuestas para explicar cómo ocurre la interacción entre las emociones y los procesos cognitivos se presenta mediante la llamada Teoría de las capacidades limitadas (Mackie & Worth, 1989; Seibert & Ellis, 1991). Esta teoría concibe que los estados de ánimo, positivos y negativos, sobrecargan los recursos cognitivos debido al incremento de la activación de redes asociativas en las que se almacena información relacionada con la emoción. Tanto los estados positivos como los negativos tienden a conllevar a un estado “rumiativo” acerca del estado de ánimo, lo que restaría recursos atencionales a la tarea, y por tanto conllevaría a una disminución de las capacidades para realizar dicha tarea. La sobrecarga de los procesos cognitivos, producida por los estados de ánimo, afectaría el desempeño en tareas de función ejecutiva, puesto que éstas generalmente requieren prestar gran atención a la tarea que se presenta. En este sentido, esta teoría predice que el ánimo positivo y negativo tendrá un efecto perjudicial en tareas de función ejecutiva, particularmente aquellas en las que se demanda gran cantidad de recursos.

Por último, también se ha planteado que el estado de ánimo positivo es un facilitador de los procesos cognitivos. Las emociones positivas, al parecer, hacen reaccionar diferente a las personas. Como se ha visto en el apartado anterior, está bien documentado en la bibliografía científica que la emoción positiva afecta a un rango amplio de procesos cognitivos (ver revisión de Ashby, Isen y Tuken, 1999) como la resolución de problemas, la fluidez verbal, la atención ejecutiva, los resultados en tareas de memoria, así como el incremento de la preferencia por las estrategias de toma de decisiones heurísticas sobre las analíticas (Isen y Mean, 1983). Contrariamente a lo que plantean las dos teorías antes comentadas, aquí los estados de humor positivos facilitan los procesos de pensamiento y solución de problemas de una manera cuidadosa y eficiente. Quizás un elemento importante a tener en cuenta en la evaluación del desempeño de los sujetos que se encuentran bajo estados emocionales positivos en determinada actividad, sería la

manipulación de las características motivacionales de la tarea, por ejemplo variando la recompensa o incrementando la relevancia personal durante la realización de la misma (Mitchell y Phillips, 2007). En este sentido, se ha reportado que el ánimo positivo puede no conllevar una facilitación de los procesos cognitivos si la tarea que se presenta es negativa (no placentera) (Isen, 1999). En resumen, esta teoría de la facilitación postula que los estados de humor positivos tienden a generar la activación de un grupo complejo y rico de recuerdos positivos que promueven la flexibilidad y la innovación.

Ashby y colaboradores (Ashby, Isen y Turken, 1999; Ashby, Valentín y Turken, 2002) intentan explicar los efectos de la emoción positiva sobre la cognición mediante un elaborado modelo neuropsicológico. Según los autores, tales efectos podrían estar mediados por un incremento de los niveles de dopamina en el cerebro. Uno de los sistemas dopaminérgicos, el meso-cortico-límbico, consiste en células productoras de dopamina que se encuentran en el área tegmental ventral y que tiene proyecciones hacia zonas límbicas y de la corteza, por ejemplo, corteza cingulada anterior, amígdala, hipocampo, núcleo accumbens, corteza prefrontal. Este sistema está fundamentalmente relacionado con la recompensa y la motivación. Las estructuras dopaminérgicas mesencefálicas y sus interacciones con la corteza prefrontal son esenciales en la investigación de tareas como es la detección y corrección de errores.

En relación al efecto de las emociones negativas, Ashby y colaboradores (1999) plantean que este sería más complejo que un simple efecto opuesto a las emociones positivas. Es decir, los efectos de las emociones negativas no serían una consecuencia de una disminución de los niveles de dopamina como se podría pensar. Sería necesario, por tanto, elaborar una nueva teoría que explicara la relación entre las emociones negativas y los procesos cognitivos. Se ha planteado que los efectos de los estados emocionales negativos sobre los procesos cognitivos parecen estar mediados por sistemas de neurotransmisores diferentes a los involucrados en los estados emocionales positivos. Una de las propuestas principales para explicar el efecto en las emociones negativas serían los niveles bajos de serotonina (ver revisión de Mitchell y Phillips, 2007).

2.3. La electroencefalografía en el estudio del lenguaje y las emociones

Uno de los temas más abordados en la psicología cognitiva son los procesos y operaciones que están en la base del procesamiento y comprensión del lenguaje. Más recientemente, influidos también por el auge del estudio de las emociones, varios autores se han entregado a la tarea de desvelar cómo las emociones afectan el procesamiento del lenguaje. Y es que existen muchas razones para abordar el estudio de esta interacción: leemos novelas, artículos, escuchamos mensajes, etc. que influyen en nuestro estado anímico y pueden inducir cambios importantes en él. De hecho, buscamos este tipo de experiencias por su carga emocional. Como dirían Fischler y Bradley (2006), el propósito evolutivo del lenguaje es motivacional, influir en el pensamiento, sentimiento y, por tanto, las acciones de los demás en nuestro grupo. Son varios los paradigmas que se han empleado para inducir emociones en los sujetos durante tareas de procesamiento de lenguaje. Por ejemplo, la presentación de imágenes, caras o vídeos con distintas valencias. También se han presentado párrafos u oraciones con determinada carga emocional. Otros estudios se han centrado en procesamiento de palabras aisladas con contenido emocional.

Una de las técnicas más ventajosas para estudiar procesos cognitivos superiores como el lenguaje y/o las emociones, es el electroencefalograma (EEG). El EEG consiste en la medición y representación gráfica de las oscilaciones de voltaje registradas por los electrodos, dispuestos en el cuero cabelludo, a lo largo del tiempo (Picton y cols., 2000) (ver Figura 1). Esta técnica posee una alta resolución temporal, lo cual permite registrar simultáneamente la actividad cerebral subyacente a los procesos cognitivos durante el transcurso de los mismos, así como detectar cambios funcionales en la actividad cerebral en el orden de los milisegundos, características que la hacen ideal para estudiar el lenguaje. Además, al ser una técnica no invasiva, y mucho más económica que otras técnicas de neuroimagen como la resonancia magnética funcional o la tomografía por emisión de positrones, favorece su uso en el campo de la investigación.

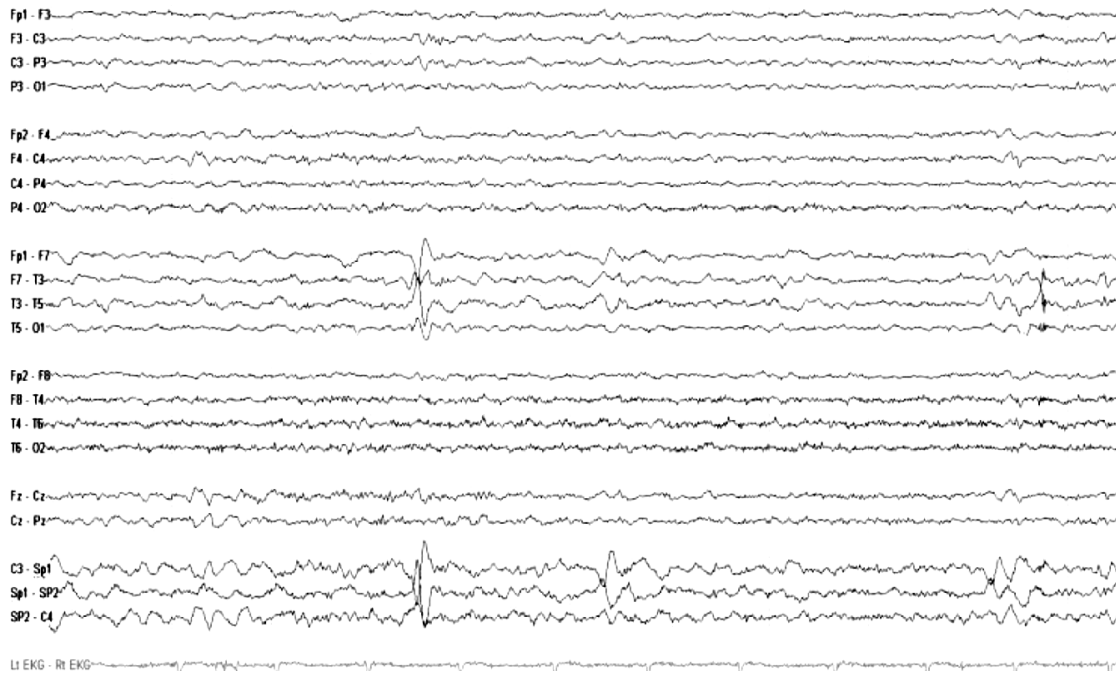


Figura 1: Oscilaciones de voltaje en función del tiempo registradas por los electrodos emplazados en el cuero cabelludo (Tomada de Brain Stories en <http://teddybrain.wordpress.com/>).

2.3.1. ¿Qué son los PRE?

Las respuestas eléctricas que se registran en el cuero cabelludo en respuesta a un estímulo concreto son denominados potenciales relacionados a evento: PREs (del inglés “*event-related potentials*”) (Hillyard and Picton, 1987; Picton, 1992). Estos consisten en una serie de componentes de polaridad positiva o negativa, que tienen lugar durante determinados intervalos de tiempo y cuya duración puede oscilar en un rango inferior a centenares de milisegundos.

La actividad eléctrica que se registra en el cuero cabelludo se origina de la suma de los potenciales excitatorios e inhibitorios que ocurren de manera sincrónica, fundamentalmente en células piramidales orientadas perpendicularmente a la corteza (Carretié, 2001). Para que sea posible registrar los PREs en el cuero cabelludo, las neuronas, además de tener una actividad sincronizada, deben estar configuradas en “campo abierto,” lo que significa que deben de estar organizadas en capas y en la misma posición y orientación (las dendritas post-sinápticas debe estar dispuestas perpendicularmente a la corteza). Si las neuronas no tienen la

misma orientación, los campos eléctricos producidos por estas se anulan entre sí produciendo “campos cerrados” y por tanto la señal se debilita antes de que pueda ser registrada en la superficie.

Los PREs se caracterizan por su amplitud (voltaje, medido en μV), latencia (intervalo temporal desde la presentación del estímulo hasta la aparición de un cambio eléctrico; se mide en milisegundos) y topografía (dónde se encuentra su máximo en un mapa de actividad eléctrica) (Martín-Loeches, 2001). Las diferencias de amplitud de los componentes electrofisiológicos pueden indicar la cantidad de recursos utilizados en determinado procesamiento. Por su parte, la latencia puede reflejar el curso temporal de las etapas de procesamiento, mientras que las diferencias de topografías pueden estar reflejando el reclutamiento de diferentes poblaciones neuronales (Molinero, Barber y Carreriras, 2011).

La amplitud de un EEG normal puede variar entre los -100 y $+100 \mu\text{V}$. Sin embargo, la actividad relacionada a un estímulo concreto puede tener un voltaje de entre $\pm 5 \mu\text{V}$. Esto significa que para poder estudiar la actividad que genera un estímulo concreto, éste se ha de presentar repetidas veces, unos 25 ensayos como mínimo, para obtener una proporción señal-ruido aceptable (Kutas & Van Petten, 1994). Posteriormente, los PRE se extraen del ruido de fondo en el que son registrados mediante la promediación de las repetidas respuestas a dicho estímulo (Coles & Rugg, 1995). Como resultado de esto se obtiene una curva de voltaje en función del tiempo en la cual se pueden observar los distintos componentes (ver Figura 2), y que indican la activación de una población neural durante el procesamiento de la información.

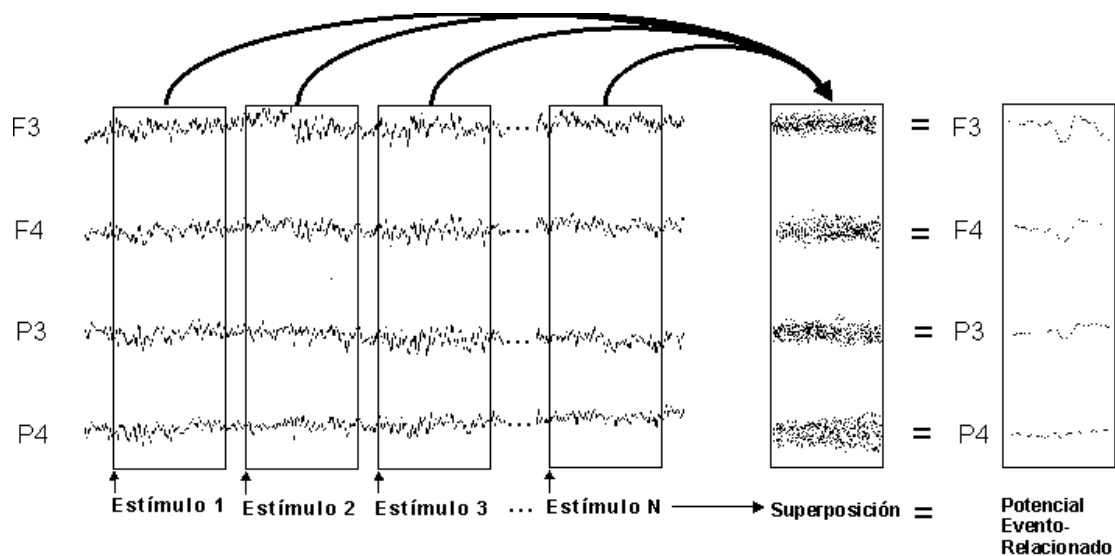


Figura 2: Representación gráfica del procesamiento de obtención de los PREs. Primeramente se registra la actividad cerebral durante la presentación de estímulos, posteriormente se realiza la promediación de todas las respuestas a cada estímulo y finalmente se obtiene una curva de voltaje en función del tiempo, en la que se pueden observar los componentes de los PREs. (Tomado de Martín-Loeches, 2001)

Los componentes electrofisiológicos, por lo general, son denominados de acuerdo a características específicas como son: a) la polaridad, que puede ser positiva o negativa y se representa por la letra mayúscula P o N, respectivamente, y b) la latencia a la que aparece el componente que es provocado por el estímulo presentado. En algunos casos se les denomina con siglas, por ejemplo: EPN, siglas que proceden del nombre en inglés y que se traduce en este caso como negatividad posterior temprana.

La clasificación de los PREs se ha establecido en función de la modalidad sensorial que los provoca, sobresaliendo tres tipos principales de PREs: visuales, auditivos y somatosensoriales. En la práctica se utiliza el término componente de un particular PRE para hacer referencia a un subsegmento de éste, que se pone de manifiesto como fluctuaciones de la actividad eléctrica cerebral. Donchin, Ritter y McCallum (1978) lo definen como un subsegmento del PRE cuya actividad representa un agregado neuronal funcionalmente distinto.

Sutton y colaboradores (Sutton, Braren, Zubin y John; 1965) distinguieron dos tipos de PRE: exógenos y endógenos. Por un lado, los componentes exógenos aparecen en torno a los 80ms posteriores a la presentación del estímulo y son modulados principalmente por cambios en las características físicas del estímulo (naturaleza física del estímulo). Contrariamente a los anteriores, la variabilidad de los componentes endógenos está derivada de las demandas de la tarea, por lo que se vinculan con los procesos cognitivos que los desencadenan (atención, expectativas, toma de decisiones, etc.). No obstante, más adelante algunos trabajos han descrito manipulaciones de tipo cognitivo que afectan a los componentes exógenos tempranos, así como características físicas del estímulo que afectan a los componentes tardíos o endógenos. En este sentido Coles y Rugg (1995) proponen abordar esta clasificación como una dimensión continua exógeno-endógena, más que como una clasificación dicotómica que no puede abarcar todas las situaciones.

2.3.2. *Registro de los PREs.*

Los PREs se obtienen a partir del registro de la diferencia de potencial entre dos electrodos. Los electrodos que se emplazan en el cuero cabelludo son referenciados a un electrodo que suele estar situado en una zona donde no hay, o prácticamente no hay, actividad cerebral (p.e. nariz, huesos mastoides). La localización de los electrodos en el cuero cabelludos está descrita, en la mayor parte de los estudios, haciendo referencia al sistema 10-20, según el cual la localización de un electrodo está especificada en términos de su proximidad con una región determinada del cerebro (frontal, temporal, parietal, etc) (ver Figura 3). A esta localización se le agrega un número para diferenciar el plano derecho (números pares) e izquierdo (números impares); a los electrodos centrales se los identifica con el subíndice “z”.

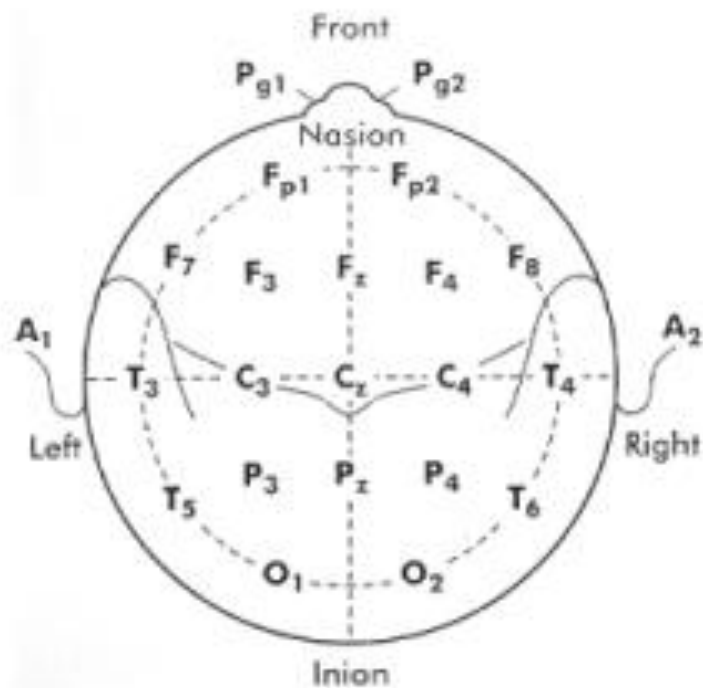


Figura 3: Distribución de los electrodos de acuerdo al sistema 10-20 (Tomado de Coles y Rugg, 1995).

Aunque los electrodos hacen referencia a un área cerebral particular, esto no quiere decir que la actividad que aquí se registre sea la actividad generada en las zonas próximas a este sitio. Esto se debe a que el cerebro actúa como un “volumen conductor”, lo que significa que la actividad eléctrica generada en una zona puede detectarse en localizaciones más distantes por haberse transmitido a través del volumen de la masa cerebral (Coles & Rugg, 1995). Ante esta desventaja de la técnica del EEG los investigadores han desarrollado algoritmos matemáticos que permiten calcular con cierto grado de certeza el origen de la actividad eléctrica. Entre los más conocidos se pueden citar el BESA (del inglés “*Brain Electrical Source Analysis*”) (Scherg y Berg, 1996), el LORETA (del inglés “*Low Resolution Electromagnetic Tomographic Analysis*”) (Pascual-Marqui, 1999), o el VARETA (del inglés, “*Variable Resolution Electric Magnetic Tomography*”) (Bosch-Bayard, Valdés-Sosa, Virues-Alba, Aubert-Vázquez, y cols., 2001).

La señal eléctrica que se registra en los electrodos es amplificada y filtrada con el objetivo de eliminar actividad eléctrica no relacionada con la actividad cerebral.

Durante el registro de la señal, se suele aplicar un filtro de paso de banda entre 0.01 y 100 Hertzios (Hz). La tasa de muestreo suele ser de 250 Hz, es decir que se hace un registro de voltaje cada 4 ms aproximadamente, aunque puede ser mayor y esto está en función del objetivo del estudio. Durante el registro del EEG también se capta actividad muscular que genera artefactos en la señal. Con el objetivo de reducir al máximo esta actividad que interfiere con la que realmente interesa analizar, se le pide a los sujetos que eviten hacer movimientos bruscos y procuren no parpadear durante la aparición de los estímulos críticos. No obstante, también se suelen emplazar electrodos oculares para controlar los parpadeos y movimientos horizontales de los ojos, cuya actividad es corregida posteriormente en el análisis del registro.

Los componentes seleccionados pueden ser representados gráficamente mediante mapas topográficos. Estos mapas topográficos brindan información acerca de las zonas de la corteza cerebral en las que dichos componentes alcanzan un mayor voltaje. La amplitud del componente es representada mediante una escala de colores que va desde los valores negativos, representados por colores de la gama del azul, hasta los valores positivos, representados con colores de la gama del rojo. Para la elaboración de estos mapas es necesario hacer una interpolación o cálculo de los valores de voltaje de la superficie comprendida entre varios electrodos, a partir de la información de estos electrodos (Picton y cols., 2000; Martín-Loeches, 2001, Carretié, 2001).

2.3.3. Componentes electrofisiológicos relacionados con el procesamiento del lenguaje.

Gracias a la alta resolución temporal de los PRE, se puede estudiar el procesamiento del lenguaje desde los primeros estadios del reconocimiento de una palabra hasta el procesamiento de discursos compuestos de varias oraciones (Kutas & Van Petten, 1994). En el estudio del procesamiento del lenguaje con PREs se han identificado componentes que sustentan la distinción entre el procesamiento de la información semántica y el procesamiento de la información sintáctica” (Hagoort, 2003), que son los procesos lingüísticos que interesan en el

presente trabajo de investigación. Así, durante el procesamiento sintáctico de material lingüístico se han identificado negatividades anteriores (llamadas ELAN y LAN, por sus siglas en inglés, early left anterior negativity, left anterior negativity, respectivamente) y una positividad tardía posterior, P600. Mientras que en el procesamiento semántico se ha identificado fundamentalmente el componente N400, reportado por primera vez en 1980 por Kutas y Hillyard (Kutas y Hillyard, 1980). A continuación, se explicarán detalladamente estos componentes.

2.3.3.1. LAN

El componente LAN suele aparecer alrededor de los 250 ms y hasta los 550 ms tras la presentación del estímulo, mostrando una distribución anterior, mayor en el hemisferio izquierdo que en el derecho, aunque puede ser bilateral en algunos casos (p.e. Hagoort, Wassenaar y Brown, 2003). Esta negatividad surge fundamentalmente ante violaciones morfosintácticas que pueden ser violaciones de concordancia de género (p.e. de nombre-adjetivo: “*El tronco **gruesa** flota*”), de concordancia de número (“*El tronco **gruesos** flota*”), o de la inflexión verbal (p.e. “*Los chicos **corre***”) (Gross, Say, Kleingers, Clahsen y Münte, 1998; Gunter, Friederici, Schriefers, 2000; Vos, Gunter, Kolk y Mulder, 2001b). Este componente se ha reportado tanto en lenguas que admiten un orden relativamente libre de palabras, como el Español o el Italiano, como en otras que requieren una estructura más estricta, por ejemplo, el inglés o el alemán (ver revisión de Molinaro, Barber y Carreiras, 2011).

También se ha reportado la aparición de una LAN temprana (ELAN) alrededor de los 100-200 ms, que se ha asociado fundamentalmente con violaciones de categorías de la palabra (p.e. se presenta un verbo cuando debería aparecer un nombre, puesto que el contexto que lo precede es un artículo y un adjetivo) (Friederici & Mecklinger, 1996; Hagoort, Wassenaar, Brown, 2003). Estas dos negatividades parecen reflejar un primer procesamiento automático de la oración, que surge ante la detección de incongruencias sintácticas y/o la incapacidad de asignar una palabra dada a la estructura de la frase que se presenta (Friederici, 2002).

El componente LAN también se ha interpretado como un índice general de procesos primarios de memoria de trabajo (Kluender y Kutas, 1993a; 1993b; Martín-Loeches, Muñoz, Casado, Melcón, y Fernández-Frías, 2005). Se ha reportado que este componente surge durante el análisis de oraciones gramaticalmente correctas pero con estructuras oracionales complejas. La complejidad de la oración conlleva a una mayor demanda de recursos cognitivos en la memoria de trabajo de los sujetos, lo que se traduce en un aumento de la amplitud del componente. El procesamiento de oraciones complejas (p.e. oraciones de relativo) y ambiguas también se ve afectado por las diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo de los sujetos (Vos, Gunter, Schriefers y Friederici, 2001a, Fiebach, Schlesewsky y Friederici, 2002).

La negatividad anterior que surge durante tareas que requieren una alta carga de memoria de trabajo ha sido diferenciada de la LAN “morfosintáctica”. La LAN “morfosintáctica” está más localizada en el tiempo, puesto que su latencia de inicio está alrededor de los 300 ms y vuelve a la línea de base alrededor de los 450 ms. A diferencia de ésta, la LAN “de memoria de trabajo” posee similar latencia de inicio y topografía, pero puede ser más sostenida, es decir, no regresa a la línea de base (Fiebach, y cols, 2002). Estos resultados podrían estar indicando que existen generadores neuronales comunes a las operaciones puramente sintácticas y a las relacionadas con su manipulación en la memoria de trabajo (Vos y cols., 2001; Martín-Loeches y cols., 2005).

El estudio de violaciones de concordancia es un tema interesante a abordar, especialmente en lenguas que presentan un rico sistema morfosintáctico (p.e. el español). Una relación de concordancia depende del elemento *trigger*, como por ejemplo, el sujeto; y el elemento *target* siguiente, como por ejemplo, el verbo. Si ambos elementos no concuerdan (p.e. violación de la inflexión del verbo), aparece una LAN. El análisis sintáctico que correlaciona con la modulación de la LAN es sensible a características que se expresan en la morfología funcional de los dos constituyentes que concuerdan. Se ha planteado que la identificación de la característica expresada en la morfología puede generar una expectativa acerca de cuál será el siguiente constituyente (Wager, Lau y Phillips, 2009). Esta expectativa tendría una naturaleza sintáctica, con el objetivo de crear representaciones sintácticamente bien estructuradas de la oración. Sin embargo, ante determinados

patrones de concordancia en los que la información no es completamente transparente (p.e. ante la presencia de un nombre “opaco”, es decir que no brinda información certera acerca de su género) se necesitarían recursos adicionales, no sintácticos, para resolver la violación de concordancia, es decir, el sistema necesitaría acceder a otros tipos de representaciones, como por ejemplo: la léxico-semántica o del nivel del discurso.

2.3.3.2. P600

El componente P600 surge aproximadamente entre los 500 y los 1000 ms, con una topografía centro-parietal. Este componente ha sido tradicionalmente identificado con el procesamiento sintáctico, puesto que surge ante la detección de violaciones sintácticas (Osterhout & Holcomb, 1992). Algunos autores han descrito que la P600 aparece ante alteraciones o anomalías sintácticas que requieren un re-análisis (p.e., Osterhout y Holcomb, 1992) mientras que otro grupo propone que refleja una reparación de la estructura oracional (Friederici, Hahne y Saddy, 2002).

El componente P600 se ha reportado, por ejemplo, ante elementos agramaticales en estudios donde se presentan violaciones de concordancia, como ocurre en: “*Los funcionarios electos espera tener éxito*”. Christiansen y colaboradores (Christiansen, Conway y Onnis, 2012) resumen otros tipos de violaciones que también generan el componente P600; por ejemplo: violaciones del orden de las palabras (“*el caro **muy** tulipán*”), violación de la subcategorización del verbo (“*La mujer llovió*”) y de la categoría de las palabras (“*El leñador eludió el tronco **grosor***”). La P600 ha sido reportada incluso en oraciones correctas, en el momento de desambiguación en oraciones sintácticamente ambiguas, en las que los sujetos experimentan el efecto “*garden path*”, o durante el procesamiento de oraciones largas en las que existe mucha distancia entre sus dependencias.

La P600, sin embargo, no parece ser específica del procesamiento de incorrecciones sintácticas, sino que se ha reportado también durante el procesamiento semántico (Martín-Loeches, et al., 2006; Schacht, Martín-Loeches, Casado, Abdel-Rahman, Sel, Sommer, 2010). Violaciones semánticas como, por ejemplo, de las expectativas de roles temáticos (p.e. expectativa de animacidad

que genera el verbo “comer” dentro de la oración: “*Cada mañana en el desayuno los huevos comerían*”: Kuperberg, Sitnikova, Caplan, & Holcomb, 2003) han evocado la aparición de una P600 cuando se esperaba que apareciera una N400. Una explicación a estos resultados pudiera ser que la P600 y la N400 reflejan operaciones de dos procesos neurales competitivos: uno que calcula relaciones combinatorias o estructurales relacionadas primariamente con la información morfosintáctica (P600) y otro que realiza las interpretaciones semánticas del mensaje, basadas en la memoria a largo plazo (Kuperberg, 2007). Desde esta perspectiva, la P600 es entendida fundamentalmente como un índice de respuesta ante violaciones de las expectativas combinatorias y estructurales, mientras que la N400 se relaciona más estrechamente con las violaciones de las expectativas relacionadas con la interpretación semántica.

Otra alternativa de explicación de estos hallazgos podría ser que la P600 ante violaciones semánticas refleja un aspecto de control ejecutivo o cognitivo del lenguaje (Kolk & Chwilla, 2007). El control ejecutivo es un proceso necesario cuando existe más de una manera de responder en una situación determinada. Uno de los aspectos del control cognitivo es, al menos, la monitorización de errores. Según estos autores, lo que pudiera estar reflejando la P600 es un reprocesamiento de la oración u otras cadenas lingüísticas, cuya función sería encontrar si la causa de la inconsistencia percibida es un error de procesamiento debido a que se ha malinterpretado la lectura, o a que se ha escuchado mal.

2.3.3.3. N400

El componente N400 es una negatividad con distribución centro parietal que surge alrededor de los 200-600 ms (Kutas and Federmeier, 2011). En estudios de lenguaje, el componente N400 surge ante anomalías semánticas, por ejemplo: “*Me gusta el café con leche y **calcetines***”. La amplitud de la N400 varía en función de determinados factores, como por ejemplo de la predictibilidad de la palabra “*target*” en el contexto local en la que es presentada, a lo que se le llama probabilidad de cierre (del inglés: “*cloze probability*”). La probabilidad de cierre es la proporción de personas que completarían la oración con una determinada palabra en concreto

(Kutas and Federmeier, 2011). La amplitud de la N400 es inversamente proporcional a la probabilidad de cierre (Kutas y Hillyard, 1984).

La amplitud de la N400 para una palabra determinada es altamente sensible al contexto en el que ésta se encuentra, tanto si el contexto es una palabra, una oración o un discurso. Las relaciones semánticas entre palabras individuales en una lista de palabras modulan la amplitud de la N400. La aparición previa de un elemento relacionado asociativamente (p.e. abeja) o relacionado semánticamente (p.e. azúcar) reduce la N400 ante la palabra dada (p.e. miel) produciendo un efecto de *priming*. Esta reducción del componente es similar en tiempo y distribución topográfica a la observada para palabras dentro de oraciones, donde la N400 es la función inversa del índice de la probabilidad de cierre de la palabra (Kutas y Hillyard, 1984).

Además, la amplitud del componente N400 también se ve afectada por la plausibilidad de la palabra *target* en el contexto, en función de nuestro conocimiento del mundo. Por ejemplo, en la oración “*Ellos quisieron hacer que el hotel pareciera más un complejo tropical. Así que a lo largo de la carretera de acceso plantaron hileras de palmeras/pinos*”, la palabra “*pinos*” pertenece a la misma categoría semántica que la palabra esperada (“*palmeras*”) y por ello generará una mayor amplitud de N400 en comparación con la palabra esperada, pero menor amplitud que otra palabra, no del todo anómala –pues también se planta y es un árbol-, pero menos esperada (p.e. “*tulipanes*”). Un ejemplo similar es la oración: “*La pizza estaba muy caliente para comer/beber/llorar*”, los autores encontraron que la amplitud de la N400 fue menor para el final muy esperado (comer), mayor para el incorrecto y nada esperado (llorar), y de manera muy interesante, la palabra incorrecta pero relacionada semánticamente con el final más esperado (beber) provocó una N400 menor que la encontrada para las palabras no relacionadas. En este ejemplo, el final no esperado pero relacionado (con el final más probable) pertenece a la misma categoría semántica que la palabra esperada, y por tanto comparten determinadas características. Es decir, la amplitud de la N400 es mayor cuando las palabras incorrectas pertenecen a categorías distintas que cuando pertenecen a la misma categoría semántica. El efecto de la organización de la memoria semántica a largo plazo es más pronunciado cuando el contexto de la oración es más estricto. Dicha organización tiene un papel

importante en determinar la facilidad con la que el cerebro procesa la información del significado de la oración en tiempo real.

Existen otros factores que también modulan la amplitud de la N400 (mencionados en apartados anteriores), como la frecuencia de uso; es decir, las palabras más frecuentes provocarán una N400 de menor amplitud, siendo este componente sensible a efectos de repetición (Rugg, 1999). También se ha reportado modulación de la amplitud de la N400 con el nivel atencional de la tarea (Bentin, Kutas y Hillyard, 1995; Chwilla, Brown y Hagoort, 1995).

Una de las interpretaciones funcionales de la N400 es que dicho componente refleja procesos de integración semántica en relación a un contexto previo (Baggio y Hagoort, 2011; Osterhout y Holcomb, 1992). Desde este punto de vista, la amplitud de la N400 es menor en contextos congruentes porque la integración en estos casos es más fácil, a diferencia de cuando el contexto es incongruente, donde se requiere más esfuerzo para procesar una continuación que no es plausible con el resto del discurso previo o con el conocimiento previo que tenemos del mundo. De esta manera se explicaría por qué aquellas terminaciones menos esperadas, pero correctas, generan una N400 mayor que las más esperadas. Una explicación alternativa plantea que la amplitud de la N400 es sensible a la dificultad del acceso a la información en la memoria a largo plazo (Kutas y Federmeier, 2000). Según esta teoría, la diferencia entre una terminación anómala y una predecible está dada no por la anomalía en sí sino porque las palabras predecibles en un contexto son más accesibles para la memoria. El contexto precedente permite la pre-activación de las características relevantes léxicas o contextuales, haciendo que el acceso léxico requiera menos esfuerzo.

2.3.4. Componentes electrofisiológicos relacionados con el procesamiento de estímulos emocionales.

Los estímulos emocionales son procesados preferencialmente porque atraen la atención de manera involuntaria (Lang et al., 1997). Existe cierto consenso entre autores que estudian el procesamiento de estímulos emocionales en cuanto a la

aparición de dos componentes relacionados con el procesamiento de dichos estímulos. Estos componentes son distintos respecto a latencia y topografía: el primero es una negatividad posterior temprana (EPN, del inglés “*early posterior negativity*”) y el segundo es un componente positivo que aparece en latencias más tardías (LPC, del inglés “*late posterior component*”). Ambos componentes fueron asociados en un principio con el procesamiento de estímulos visuales emocionales (e.g., Schupp, Hamm y Weike, 2003). El componente EPN surge entre de los 200 y hasta los 400 ms después de la presentación del estímulo, y posee un topografía temporo-occipital; se ha reportado tanto para imágenes positivas como negativas en relación a neutras (Schupp y cols., 2004a). Teniendo en cuenta su similitud con componentes provocados por la orientación voluntaria de la atención hacia el estímulo, se cree que es un reflejo de la atención visual, facilitando los procesos de codificación sensorial, reflejando una etapa transitoria en la que los estímulos relevantes para la tarea son seleccionados para un procesamiento posterior más elaborado (Potts y Tucker, 2011).

Por su parte, el LPC surge en el rango de tiempo del componente P300 y permanece por varios cientos de milisegundos más. Similar a lo reportado para el EPN, se ha encontrado que las imágenes positivas y negativas de alto *arousal*, en comparación con las neutras de baja activación, generan una mayor amplitud del componente LPC (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, Lang, 2000; Schupp, Cuthbert, Bradley, Cacioppo, Ito, Lang, 2000). Algunos autores plantean que la amplitud del LPC se debe a las diferencias del nivel de activación de los estímulos (Cuthbert y cols., 2000; Schupp y cols., 2000, 2004a, 2004b) y reflejan un procesamiento elaborado y sostenido del estímulo, causado probablemente por su alto significado motivacional. Sin embargo, otros autores han reportado la aparición de este componente con estímulos de diferentes valencias (Conroy y Polich, 2007; Delplanque y col., 2004; Yuan y cols., 2007). Se ha reportado además, que imágenes positivas generan un LPC mayor en comparación con imágenes negativas (Ito Larsen, Smith, Cacioppo 1998; Delplanque, Silvert, Hot, Sequeira, 2005; Delplanque, Silvert, Hot, Rigoulot, Sequeira, 2006). Estos reportes previos demuestran que no existe una definición concluyente acerca del efecto de la valencia y la activación de los estímulos emocionales sobre el componente LPC; y sugieren una modulación más compleja que una simple variación de activación (Bayer et al., 2010).

2.3.5. *¿Cómo procesa el cerebro las palabras con contenido emocional? Estudios de PREs.*

El estudio acerca de cómo el cerebro procesa los estímulos emocionales generalmente ha implicado la presentación de imágenes (p.e. Delplanque y col., 2005; 2006) o expresiones faciales (p.e Schacht & Sommer, 2009b), sin embargo, más recientemente se ha comenzado a emplear también palabras con contenido emocional (p.e. Kissler y cols., 2009; Bayer y cols., 2012).

Las palabras con contenido emocional son capaces de generar respuestas electrofisiológicas que se asemejan en gran medida a las generadas por imágenes emocionales (Fishler y Bradley, 2006). Por ejemplo, se ha reportado que cuando los sujetos leen listas de palabras con distintos significados emocionales, se obtiene una modulación en los PREs que consiste en una negatividad alrededor de los 200 a 300 ms, la cual es mayor para los estímulos emocionales en contraste con los neutros (Herbert y cols, 2008; Kissler Herbert, Peyk, y Junghofer, 2007; Scott, O'Donnell, Leuthold, Sereno, 2009; Kissler et al., 2009; Fischler y Bradley, 2006). Esta negatividad temprana, que surge ante palabras emocionales, también se ha llamado EPN, por su semejanza con el componente descrito en un principio con imágenes. El EPN se ha reportado incluso en tareas en las que los sujetos no reciben una instrucción explícita de atender a unas características de las palabras más que a otras. Estos resultados sugieren que el EPN refleja un procesamiento selectivo, probablemente automático, de las palabras emocionales, que viene dado precisamente por la relevancia emocional del estímulo (Kissler y cols., 2007; Schupp, Stockburger, Codispoti, Junghofer, Weike y Hamm, 2007b). A diferencia de esta hipótesis de automaticidad, se ha planteado que este componente no es totalmente automático, sino que consume recursos atencionales (Schupp, Stockburger, Bublatzky, Junghofer, Weike y Hamm, 2007a). Se ha reportado que el EPN surge ante palabras positivas y negativas en relación a neutras (Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007, 2009; Schacht and Sommer, 2009a, 2009b).

Por otro lado, varios trabajos acerca de interacción entre emoción y atención en el procesamiento visual de palabras se han centrado en el estudio del componente

LPC, aunque se han encontrado resultados distintos que varían según la tarea experimental. Por ejemplo, Fishler y Bradley (2006) realizaron una serie de estudios en los que se les presentaban a los sujetos palabras aisladas en ciertas tareas y frases cortas en otras; ambas, frases y palabras, presentaban distintas valencias emocionales. Los autores encontraron que el LPC aparecía solo cuando la atención era dirigida al contenido del estímulo, sin embargo este componente se veía reducido o eliminado cuando se le pedía a los sujetos que realizaran alguna otra tarea como decisión léxica o juicios ortográficos. Estos resultados sugieren que existe una interferencia competitiva entre los procesos emocionales y las tareas experimentales que tienen que realizar los sujetos (Fishler and Bradley, 2006). Sin embargo otros autores sí han sido capaces de encontrar un LPC durante tareas en las que el contenido emocional de los estímulos no forma parte de la tarea explícita, es decir, que la modulación del LPC sería independiente de la tarea (ver Kissler y cols., 2009). Aunque no existe un consenso a este respecto, parece existir una tendencia hacia la aparición de un LPC en aquellos estudios en los que la tarea principal implica dirigir la atención al contenido emocional de los estímulos, mientras que cuando los sujetos se ven inmersos en otra tarea, los resultados son bastante más variables.

Aunque es menos común, también se ha demostrado que los componentes típicos relacionados con el procesamiento del lenguaje son afectados por las emociones, tanto si estas son inducidas previamente a la presentación del estímulo crítico, como si están contenidas en la palabra *target*. En relación a la N400, por ejemplo, varios estudios han demostrado modulación de este componente con emociones (p.e. Federmeier y cols., 2001; Fischler y Bradley, 2006; Herbert y cols., 2008; ver revisión de Kissler, Assadollahi y Herbert, 2006 para otros ejemplos). Se ha encontrado una facilitación del procesamiento semántico de las palabras con contenido positivo en comparación con palabras negativas (Herbert, y cols., 2008). Por otro lado, se ha reportado que el estado emocional de los sujetos influye en cómo estos procesan el material lingüístico. Por ejemplo, Federmeier y colaboradores (2001) indujeron estados emocionales positivos y neutros, mediante la presentación previa de imágenes, y estudiaron cómo estos estados de ánimo afectaban la organización de la memoria semántica de los sujetos. Los autores encontraron que la N400 ante finales inesperados se veía reducida cuando se había inducido una emoción positiva. Es decir, la emoción positiva en este caso,

facilitaba el procesamiento semántico. Por otro lado, también se ha estudiado la modulación de la N400 cuando el estado emocional inducido por material no lingüístico está en contradicción con la emoción contenida en la palabra (Chung, Tucker, West, Potts y cols., 1996; Kiefer, Schuch, Schenck, & Fiedler, 2007). Se ha reportado una mayor N400 para aquellas palabras que contienen una emoción incongruente con el estado anímico que posee el sujeto en el momento de la tarea (Chung, y cols., 1996). Según los autores, el estado de ánimo del sujeto impone una restricción emocional en el acceso al significado de la palabra.

También se pueden encontrar en la literatura, aunque en bastante menor cantidad, estudios que muestran que las emociones afectan el procesamiento sintáctico. Por ejemplo Visser y colaboradores (Vissers, Virgillito, Fitzgeraldd, Speckens y cols., 2010) reportaron interacción del componente P600 y el estado emocional de los sujetos, que fue inducido a partir de la presentación de videos positivos y negativos. La P600 fue mayor para la condición positiva y se vio reducida en la condición negativa. Jiménez-Ortega y colaboradores (Jiménez-Ortega, Martín-Loeches, Casado, Sel, Fondevila y cols., 2012) encontraron que las emociones positivas y negativas inducidas por los párrafos presentados previamente generaron una mayor LAN, en comparación con las neutras. Estos resultados son interesantes en cuanto que muestran una concepción distinta acerca de la naturaleza del procesamiento sintáctico, pues contradice la visión tradicional de que la sintaxis es encapsulada y no se ve afectada por otros procesos cognitivos, como se revisó en un apartado anterior.

2.3.6. *Acceso al significado emocional de la palabra*

Por lo general, los modelos de lectura que se han propuesto asumen que las diferentes características de una palabra son procesadas en cascada, comenzando por el procesamiento de las características visuales, seguido por el acceso léxico y la activación semántica (Rastle, 2007), sin embargo, ninguno de estos modelos incluye el componente emoción, es decir, cuándo se accede a esta información emocional.

Los estudios acerca de cuáles son las etapas en el procesamiento de una palabra se han realizado fundamentalmente mediante el empleo de la técnica de PREs, dada su alta resolución temporal. Se ha planteado que el acceso al significado de la palabra ocurre alrededor de los 200 ms después de la presentación de la misma, la integración al contexto se produciría alrededor de los 400 ms y alrededor de los 600 ms tendrían lugar la evaluación y la codificación en memoria (Kissler, Assadollahi y Herbert, 2006). Sin embargo, como vimos anteriormente, algunos estudios postulan que el procesamiento semántico de la palabra ocurre antes de los 100 ms. En este sentido, definir en qué etapa durante el procesamiento de la palabra podría ubicarse el reconocimiento emocional del contenido de la misma sigue siendo un tema de gran interés para los científicos.

Bayer y colaboradores (Bayer, Sommer y Schacht, 2012) reportaron efectos del procesamiento de la valencia de las palabras alrededor de los 100 ms, sugiriendo que tal resultado podría estar reflejando un mecanismo rápido de detección de los estímulos emocionales, que se produce independientemente de la tarea que se esté realizando. En este caso, el análisis reflejado en la negatividad posterior temprana (EPN) podría estar limitado a situaciones en las que se requiere una respuesta manifiesta, como por ejemplo, la tarea de decisión léxica que debían realizar los sujetos en dicho estudio. Estos efectos tempranos de la valencia del estímulo podrían estar reflejando un proceso de evaluación, que es realizado durante la detección de la relevancia del estímulo, que sería responsable de la posterior conducta de evitación o acercamiento que asumiría el sujeto (Bayer y cols. 2012).

En la misma línea, otros autores habían reportado previamente resultados coherentes con el anterior. Por ejemplo, Scott y colaboradores (2009) encontraron modulación de los PREs con la emoción de las palabras presentadas, desde los 80 ms de procesamiento. En latencias similares, entre los 80 y los 120 ms, Hofmann y colaboradores (Hofmann, Kuchinke, Tamm, Vo, and Jacobs, 2009) reportaron una negatividad en los PREs para las sustantivos positivos y negativos de alto *arousal* en comparación con los neutros. Según muestran estos estudios, los efectos tempranos surgen como resultado del procesamiento léxico-semántico temprano de las palabras emocionales. Estos hallazgos serían difíciles de aceptar por un gran número de autores que no esperan que haya procesamiento del significado

antes de los 200 ms (p.e. Cohen, Dehaene, Naccache y cols., 2000; Herbert y cols., 2008).

Teniendo en cuenta que el acceso al léxico mental ocurriría alrededor de los 200 ms o más, posteriores a la presentación del estímulo, sería comprensible que no se esperara activación del significado emocional en etapas pre-léxicas, sino inmediatamente después de la identificación conceptual de la palabra, es decir en una etapa léxica o post-léxica (Kissler, Herbert, Peyk, y Junghofer, 2007; Kissler, Herbert, Winkler y Junghofer, 2009; Schacht y Sommer, 2009a; 2009b; Palazova, Mantwill, Sommer, Schacht, 2011; Palazova, Sommer y Schacht, 2013). Una vía que se ha empleado para investigar este tema consiste en utilizar el paradigma de decisión léxica (por sus siglas en inglés: LDT: "*lexical decision task*"). Este paradigma permite medir el límite de tiempo que necesita el sistema neurocognitivo para diferenciar una palabra de una pseudo-palabra fonológica y ortográficamente lícita. Schacht y Somer, (2009a; b), empleando este paradigma, presentaron verbos emocionales (positivos, negativos y neutros) con el objetivo de investigar si su contenido emocional impactaba el procesamiento de la palabra en una etapa pre-léxica, o post-léxica. Como resultados encontraron un efecto de la emoción que comenzaba alrededor de los 370 ms después de la presentación de la palabra, unos 50 ms después de la diferenciación en el curso temporal de los PREs para palabras y pseudo-palabras.

En otro estudio, Palazova y colaboradores (2013) investigaron si la variable semántica de concreción afectaba al procesamiento de la emoción contenida en los verbos (abstractos y concretos) con valencias positivas, negativas y neutras. Como resultado encontraron un EPN, a los 250 ms después de la presentación del estímulo para los verbos concretos (mayor para las valencias positivas y negativas en comparación con las neutras), mientras que para los verbos abstractos este componente surgió 50 ms más tarde, lo que sugiere que la concreción de la palabra es un factor importante para el procesamiento de la valencia. Ambos efectos, concreción y emoción, son parte del procesamiento semántico de la palabra y su interacción sugiere que el procesamiento emocional tiene lugar durante, o en paralelo, con la etapa léxico-semántica, aunque la emoción es procesada preferencialmente. Atendiendo a estos resultados, podría decirse que el contenido emocional de las palabras es parte de su contenido semántico (Palazova

y cols, 2011; 2013), y más aún, que la emoción es uno de los aspectos semánticos a los que primero se accede, comenzando alrededor de los 200 ms en la secuencia de procesamiento de una palabra (Palazova y cols. 2013).

Por su parte, Kissler y colaboradores reportaron una modulación de la negatividad posterior temprana (EPN) entre los 200-300 ms ante la presentación de sustantivos (Kissler y cols., 2007) y adjetivos (Kissler y cols., 2009; Herbert y cols., 2008) emocionales en comparación con neutros. Teniendo en cuenta que las palabras emocionales no pueden ser reconocidas por sus características ortográficas o morfológicas, el EPN encontrado para las palabras emocionales evidencia que existe un procesamiento semántico que ocurre en la ventana temporal de la negatividad posterior temprana (Kissler y col., 2009; Schacht y Sommer, 2009b).

Como muestran los estudios anteriores, los efectos emocionales durante el procesamiento de la palabra suelen aparecer en la ventana de la EPN. Se ha planteado que el procesamiento emocional que refleja el componente EPN podría estar determinado, a nivel estructural, por una interacción bidireccional entre las zonas visuales extra-estriadas y la amígdala. Una vez identificada conceptualmente la palabra, dicha interacción podría incrementar el procesamiento de la forma identificada como palabra con un significado emocional (Kissler y cols., 2006; 2007; 2009). De hecho, varios estudios de resonancia magnética funcional muestran activación de áreas encargadas de procesar emociones con el procesamiento de lenguaje con contenido emocional (abordado en profundidad en el epígrafe 1.4).

Con una latencia similar a la del componente EPN, se ha reportado una negatividad temprana, alrededor de los 200-250 ms, que surge ante la presentación de secuencias rápidas de palabras que están inmersas en un continuo de estímulos que carecen de significado. A este componente se le denomina potencial de reconocimiento (RP, por sus siglas en inglés) (ver revisión de Martín-Loeches, 2007). El hecho de que este componente aumente en amplitud ante palabras en comparación con pseudo-palabras y no-palabras, desapareciendo para cadenas de letras, sugiere que el mismo refleja, al menos en parte, una clasificación semántica del estímulo. De hecho, una de las interpretaciones funcionales de este componente es que el mismo es sensible al procesamiento semántico o conceptual del estímulo. Este sería otro elemento a favor de que el

procesamiento semántico tenga lugar ya alrededor de los 200 ms después de la presentación de la palabra

Valorando la literatura existente hasta la actualidad, es evidente que los reportes en relación al momento en el que se accede al significado emocional de una palabra son muy variados. En la base de esta heterogeneidad podría estar influyendo una serie de factores como las características del registro (cantidad de electrodos, elección de electrodo de referencia), la tarea experimental, o variables léxicas, como pueden ser la frecuencia de uso de las palabras o su longitud. También se debe tener en cuenta que el tipo de palabra presentada determina el tiempo en el que se accede al significado emocional. Por ejemplo, se han reportado efectos emocionales más tempranos para adjetivos y sustantivos (Herbert y cols., 2008; Kissler y cols., 2007) en comparación con verbos (Schacht & Sommer, 2009a, b). En este sentido, se ha propuesto que los adjetivos se procesan más rápidamente que los sustantivos porque los primeros suelen describir características, estados o rasgos que pueden tener una relación más directa con las emociones (Herbert y cols., 2008). No obstante, a pesar de la mencionada heterogeneidad de resultados, parece existir una tendencia en los estudios a reportar que el acceso al contenido emocional ocurre en etapas tempranas del procesamiento de la palabra, una vez que se ha accedido al léxico de la misma.

A diferencia de la diversidad que existe entre los reportes acerca del acceso al significado emocional en etapas tempranas, el procesamiento emocional en etapas posteriores (después de los 300 ms) presenta resultados más homogéneos. Una buena parte de estudios en esta área, aunque no todos, han reportado un incremento de la actividad electrofisiológica con el contenido emocional de la palabra, después de los 300 ms. Este hecho no sería extraño puesto que en este rango de latencias se han reportado, por ejemplo, efectos de integración semántica en un contexto (p.e. N400); por tanto, no sería sorprendente encontrar diferencias en los PREs que indicaran procesamientos diferentes para palabras con distintas valencias emocionales.

Por lo general, se ha reportado que surgen positivities tardías (p.e. LPC), con amplitud máxima en zonas parietales, ante palabras emocionales. Estas positivities no son específicas del procesamiento semántico, sino que se han

relacionado generalmente con captura atencional, evaluación o codificación de memoria. Muchos de los trabajos mencionados previamente reportan positivities tardías que son moduladas por el contenido emocional de las palabras (Herbert y cols., 2008; Kissler y cols., 2009; Schacht y Sommer, 2009 a,b; Palazova y cols., 2011; Bayer y cols., 2012). En general, se ha reportado mayor amplitud del componente con las palabras emocionales en comparación con las neutras, y en algunos casos también se ha reportado mayor amplitud para las palabras positivas en comparación con negativas y neutras (Herbert y cols., 2006; Kissler y cols., 2009, Bayer y cols., 2012; se pueden encontrar más estudios en las revisiones de Kissler y cols., 2006 y Fishler y Bradley, 2006).

2.3.7. Palabras con contenido emocional inmersas en oraciones

En un gran número de trabajos se aborda el estudio del lenguaje con contenido emocional presentando a los sujetos palabras aisladas (p.e. Scott et al., 2009; Kanzke & Kotz, 2007; Hebert et al., 2006; Hebert, et al., 2008; Kissler et al., 2007). Sólo en muy pocos trabajos se han estudiado las palabras emocionales cuando están contenidas en oraciones (Bayer, Sommer, & Schacht, 2010; Holt, Lynn, & Kuperberg, 2009).

Bayer y colaboradores (2010), por ejemplo, presentaron verbos, con valencias negativas y neutras, inmersos en oraciones emocionalmente neutras a un grupo de sujetos, quienes tenían que realizar una tarea de decisión semántica. Los resultados del estudio mostraron un componente LPC para los verbos negativos de alta activación en comparación con los neutros de baja activación. Sin embargo, los efectos tempranos de la emoción reflejados por el EPN no fueron encontrados. Según muestran estos resultados, parece ser que la EPN se ve abolida cuando las palabras están incluidas en oraciones, lo cual puede ser un indicio de que el procesamiento de la oración y el contenido emocional de las palabras podrían interactuar y hacerlo desde etapas tan tempranas del procesamiento como en la ventana de tiempo en la que surge normalmente el EPN. Por otra parte, encontraron un LPC mayor para estímulos negativos de gran activación en

comparación con neutros de baja activación, sugiriendo que la aparición del efecto típico de la emoción en el LPC requiere de una combinación de valencia y activación extremas. Según los autores, la aparición de un LPC mayor para estímulos emocionales sugiere un análisis perceptivo continuo de los estímulos relevantes.

De manera similar, en el estudio de Holt y colaboradores, tampoco logran encontrar el componente EPN, pero sí encuentran una positividad tardía a las palabras negativas en comparación con positivas y neutras. En opinión de los autores, este resultado muestra que el cerebro hace una re-evaluación del contexto (neutro) cuando aparece un estímulo de alto significado emocional, lo que lleva a realizar una interpretación alternativa y posiblemente más exacta del mismo (Holt y cols., 2009). En este estudio también pudo observarse la aparición de una N400 pequeña para las palabras positivas y negativas. Según Holt y colaboradores, este resultado indica un compromiso del análisis semántico inicial para las palabras emocionales en relación a las no emocionales, inmersas en oraciones.

Sin embargo, ninguno de los estudios abordados anteriormente ha investigado el efecto del contenido emocional de la palabra en el procesamiento estructural, tanto sintáctico como semántico, de la oración en la que se encuentra inmersa. En este sentido, el presente trabajo se realiza para aportar datos que cubran este vacío existente en la literatura científica.

2.4. Bases neuroanatómicas del procesamiento del lenguaje emocional

Desde el área de la investigación con resonancia magnética funcional se han reportado evidencias de activación de determinadas estructuras cerebrales durante el procesamiento de lenguaje con contenido emocional. La amígdala, por ejemplo, que está relacionada con el registro rápido de la información emocional y con la dirección de la atención a estímulos emocionales, se ha reportado que participa en el procesamiento de palabras con contenido emocional (Hamann y Mao, 2002; Nakic, Smith, Busis, Vythilingam y Blair, 2006; Herbert, Ethofer, Anders, Junghofer, Wildgruber, Grodd, and Kissler, 2009). Nakic y cols. (2006) reportaron activación bilateral de esta estructura durante la tarea de decisión léxica sobre palabras negativas. También se ha encontrado activación ante palabras negativas (concretamente, que infunden temor) presentadas subliminalmente (Naccache, Gaillard, Adam, et al., 2005).

El conocimiento semántico está almacenado en una red distribuida por las regiones corticales (ver revisión de Binder y cols., 2009) que incluye, entre muchas otras áreas, la corteza temporal lateral y ventral. Se ha planteado que existen extensas proyecciones recíprocas entre la amígdala y la corteza temporal. Estas señales recíprocas entre ambas estructuras conllevan a un aumento de las representaciones de las palabras emocionales y en consecuencia, por ejemplo en tareas de decisión léxica, los sujetos son más rápidos identificando las palabras emocionales en comparación con palabras neutras, las cuales no contarían con estas proyecciones (Nakic y cols. 2006).

A lo largo del estudio del procesamiento del lenguaje, varios autores han intentado desvelar las áreas cerebrales generadoras del componente N400, el cual se ha visto que refleja procesos de integración semántica. Aun hoy no se ha logrado llegar a un consenso inequívoco de sus generadores (Pulvermuller, 2009), quizás porque la representación semántica de un concepto involucra un patrón distinto de activación, en la ventana de la N400, a través de distintas áreas cerebrales, donde cada una tiene una contribución. Entre las áreas que se han identificado se

encuentran la corteza temporal inferior y surco temporal superior, lóbulo temporal medial, hipocampo y corteza prefrontal ventrolateral (Kutas and Federmeier, 2000). La activación en varias de estas áreas también se ha reportado durante el procesamiento de estímulos emocionales (p.e. Kuchinke, Jacobs, Grubich y cols., 2005; Nakic y cols., 2006; Herbert y cols., 2008; ver revisión de Binder y cols., 2009).

Otras estructuras responsables de la comprensión del lenguaje también se activan con estímulos con contenido emocional. Por ejemplo, áreas frontales anteriores, como el giro frontal anterior (IFG: BA 44/45) han sido relacionadas con el procesamiento sintáctico, específicamente morfosintáctico (Friederici, 2002), pero también con el procesamiento de música con valencia positiva (específicamente BA 44) (Koelch, Cramon, Müller, y Friederici, 2006). La corteza prefrontal ventromedial y el giro cingulado posterior, junto con la región retrosplenial forman parte del sistema semántico humano (ver Binder y cols., 2009) y ambas se relacionan con el procesamiento de emociones. Por ejemplo, la corteza prefrontal ventromedial se ha relacionado con procesos de motivación, emoción y procesamiento de recompensa, y probablemente tiene un papel primordial en el procesamiento del significado afectivo de los conceptos (Binder, et al, 2009). De manera similar, se ha reportado activación del giro cingulado posterior y región retrosplenial con palabras y objetos positivos y negativos en comparación con neutros (Maddock, 1999; Cato, Crosson, Gokcay, y col., 2004).

A la luz de estos resultados pudiera decirse que existe cierta superposición entre las áreas que procesan lenguaje y las áreas que procesan emoción, lo cual permitiría anticipar que los PREs relacionados con el lenguaje que se estudiarán en este trabajo se vean modulados con el contenido emocional de los adjetivos empleados en la presente investigación.

3. Capítulo III: Objetivos de la investigación

La interacción entre las emociones y los procesos cognitivos está cobrando cada vez mayor atención por parte de los investigadores. Hoy se sabe que la organización funcional del cerebro supone la integración de componentes cognitivos y emocionales, lo que indica que uno no puede ser entendido totalmente sin el otro. Como demuestran los trabajos revisados en el capítulo anterior, las emociones impactan el procesamiento cognitivo, dificultándolo o facilitándolo. En relación con el lenguaje en particular, se ha reportado que se procesa mejor o peor una información dependiendo de la emoción del contenido del mensaje, o de la congruencia entre la valencia emocional del lenguaje y el estado anímico de la persona que lo procesa. Sin embargo, los resultados que hasta ahora existen acerca de la interacción entre el lenguaje y las emociones ofrecen datos muy heterogéneos. Conocer cómo y cuándo el contenido emocional de una palabra afecta a su procesamiento sigue generando debate en la literatura y continúa siendo la razón de un número importante de investigaciones científicas.

Dado que hasta ahora la manera más común de estudiar el procesamiento del lenguaje con contenido emocional ha sido la presentación de palabras aisladas o de pares de palabras, estando prácticamente ausentes los trabajos acerca de cómo las palabras con contenido emocional afectan al procesamiento estructural de las oraciones, tanto en el dominio sintáctico como en el semántico, nuestro objetivo con la realización de este trabajo es, en primer lugar, **determinar si la valencia emocional de las palabras inmersas en oraciones afecta a su procesamiento sintáctico y semántico en relación con la oración**. Si este fuera el caso, nos proponemos, en segundo lugar, **determinar cómo las distintas valencias de estas palabras afectan diferencialmente a su procesamiento sintáctico y semántico en relación con la oración**.

Con el fin de operativizar estos dos objetivos principales, se organizará el estudio en función de los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar los componentes de los PREs asociados al procesamiento de las oraciones incorrectas sintáctica (Experimento I) y semánticamente (Experimento II).
 - a. Dado que existe un grupo extenso de trabajos científicos que han reportado la aparición de componentes electrofisiológicos relacionados con el procesamiento de correcciones sintácticas (LAN y P600) y semánticas (N400 y, ocasionalmente, P600), en el presente trabajo se espera encontrar que las violaciones morfosintácticas (de número) contenidas en las oraciones presentadas en el Experimento I generen la aparición de los componentes LAN y P600.
 - b. Así también, se espera que procesamiento de palabras que violan la congruencia semántica de la oración presentadas en el Experimento II generen la aparición del componente N400 y, posiblemente, P600.
2. Determinar si la valencia emocional de los adjetivos afecta a su procesamiento en relación con la oración, impactando el curso temporal de los PREs.
 - a. Dado que se ha demostrado que el contenido emocional de una palabra forma parte de su contenido léxico-semántico, se espera que los adjetivos emocionales presentados en este trabajo modulen el acceso léxico o la integración semántica de la palabra.
 - b. Teniendo en cuenta que encontrar una palabra emocional podría conllevar un incremento en la dificultad de su procesamiento, se espera encontrar la aparición del componente N400 para los adjetivos emocionales independientemente de que estos sean correctos e incorrectos en relación con la oración.
 - c. Dado que la incorrección semántica utilizaría recursos comunes al procesamiento de la emoción de la palabra, se espera encontrar una N400 de mayor amplitud para los adjetivos semánticamente incorrectos durante el procesamiento de la oración.

- d. Dado que el contenido emocional de los adjetivos podría conducir a un incremento de la dificultad del procesamiento semántico, esta dificultad también podría conducir a un incremento de la dificultad en su procesamiento sintáctico, lo que se vería reflejado en un incremento de la amplitud de los componentes LAN y P600.
3. Determinar si las distintas valencias de los adjetivos afectan por igual, o de manera distinta, a su procesamiento en relación con la oración.
 - a. Teniendo en cuenta que se ha planteado que las emociones positivas facilitan el desempeño de los sujetos en determinadas tareas, como resultados del presente trabajo se espera encontrar que los adjetivos de valencia positiva, en comparación con los de valencia neutra, faciliten el procesamiento de las incorrecciones sintácticas (Experimento I) y semánticas (Experimento II) presentes en las oraciones experimentales, llevando a una disminución de la amplitud de los componentes LAN, P600 y N400.
 - b. Por otro lado, teniendo en cuenta que las emociones negativas pueden dificultar la realización de determinadas tareas, esperamos encontrar que los adjetivos negativos, en comparación con los neutros, impongan un nivel de dificultad mayor durante el procesamiento de las oraciones, lo que se traduciría en un aumento de la amplitud de los componentes LAN, P600 y N400.
4. Analizar el índice de aciertos de los sujetos durante la realización de la tarea experimental.
 - a. Dado que, como se ha mencionado antes, las emociones tienen un efecto importante sobre la cognición y, por tanto, sobre el desempeño de los sujetos en determinadas tareas, esperamos encontrar que la valencia emocional de los adjetivos, tanto positiva como negativa,

afecte al índice de aciertos de las respuestas de los sujetos en comparación con la valencia neutra.

- b. Teniendo en cuenta los numerosos reportes acerca de que las emociones positivas facilitan un número importante de procesos cognitivos, es posible esperar que la valencia positiva de los adjetivos también afecte al desempeño de los sujetos en la tarea, aumentando el número de aciertos en sus respuestas. Sin embargo, cabría esperar resultados distintos para ambos experimentos (I y II), teniendo en cuenta que se están evaluando dominios diferentes (sintáctico y semántico).
- c. Dado que las emociones negativas pueden entorpecer la realización de tareas cognitivas, podría esperarse que los adjetivos de valencia negativa afectaran desfavorablemente al índice de aciertos de las respuestas dadas por los sujetos. También aquí cabría esperar resultados distintos en función del dominio estudiado.

4. Capítulo IV: Experimento I: Procesamiento sintáctico de palabras con contenido emocional en un contexto oracional

4.1. Introducción

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, la mayor parte de los trabajos que estudian cómo las emociones afectan al procesamiento del lenguaje presentan palabras emocionales aisladas o acompañadas de otra palabra. Dado que normalmente hablamos empleando frases, consideramos importante estudiar cómo la presencia de una palabra emocional afecta al procesamiento sintáctico o semántico de una oración. También consideramos que el hecho de que la emoción esté contenida en la palabra crítica, a diferencia de que sea inducida mediante la presentación de estímulos previos (p.e. imágenes, videos o caras) nos permitirá estudiar directamente el impacto que tiene la palabra emocional en el procesamiento de la oración.

En este primer experimento, nos centraremos en el estudio del procesamiento sintáctico de oraciones en las que están inmersos adjetivos con distintas valencias (positiva, negativa o neutra). Para ellos se empleará la técnica de los PREs, la cual permite estudiar el procesamiento del lenguaje en tiempo real. Como ya se ha mencionado anteriormente, se han identificado dos componentes electrofisiológicos que surgen durante el análisis sintáctico de una oración: la LAN (en algunos trabajos, y dependiendo del tipo de violación sintáctica presentada, surge una ELAN) y la P600. Aquí nos centraremos por tanto en el estudio de la LAN y la P600, y en cómo estos son afectados, en caso de serlo, por el contenido emocional de los adjetivos inmersos en las oraciones.

Existen una serie de evidencias en la literatura que nos permiten predecir los resultados de este experimento. Por ejemplo, si tenemos en cuenta lo que postulan los modelos modulares, el procesamiento de la emoción contenida en los adjetivos no afectaría el procesamiento sintáctico de la oración. Sin embargo, se ha

planteado que el contenido emocional de la palabra es parte de su información léxico-semántica (Palazova, Mantwill, Sommer y Schacht, 2011). En la visión de los autores que proponen un modelo interactivo para explicar el procesamiento de las oraciones, las informaciones sintáctica y semántica interactúan desde las etapas más tempranas de procesamiento. Siguiendo esta propuesta, cabría esperar que el procesamiento sintáctico de las oraciones presentadas aquí se viera afectado por la emoción de los adjetivos. Como apoyo a esta posibilidad, otros autores también han reportado que, al menos bajo ciertas circunstancias, la sintaxis se ve afectada por el procesamiento semántico (p.e. Martín-Loeches y cols., 2006). La presentación de palabras emocionales inmersas en un contexto oracional podría constituir una de esas situaciones en las que la semántica afecta el procesamiento sintáctico, dada su capacidad de capturar recursos atencionales en etapas muy tempranas del procesamiento, como lo refleja el componente EPN.

La literatura recoge escasos reportes, sólo dos, hasta donde tenemos conocimiento, de que el estado emocional de los sujetos afecta el procesamiento sintáctico de oraciones que se ve reflejado en los componentes LAN y P600 (Vissers y cols., 2010, Jiménez-Ortega y cols., 2012). También, resultados de estudios con fMRI han mostrado un solapamiento de estructuras que procesan lenguaje y emociones (Binder y cols., 2009). En conjunto, todos estos estudios previos nos permitirían predecir una modulación de los componentes relacionados con el procesamiento sintáctico, LAN y P600, por la valencia emocional de los adjetivos contenidos en las oraciones. Estos componentes, además, coinciden aproximadamente en latencia con el EPN y el LPC, ambos relacionados con el procesamiento emocional de los estímulos.

En relación a cuál sería la dirección en la que las emociones positivas y negativas afectarían el procesamiento sintáctico, podría esperarse que el procesar la emoción contenida en la palabra reclutara recursos cognitivos adicionales, que son limitados, lo cual se traduciría en un aumento de amplitud de los componentes que procesan las violaciones sintácticas, en caso de no estar encapsulados estos procesos. Sin embargo también sería posible encontrar un comportamiento diferente para ambas emociones. Por ejemplo, podría esperarse una facilitación del procesamiento de las palabras con emociones positivas, dado que se ha planteado que la emoción positiva conlleva un aumento de la flexibilidad cognitiva (p. e.

Chwillla, Virgillito, y Vissers, 2011), lo que se traduciría en una disminución de la amplitud de los componentes estudiados, mientras que aquellas que contienen una emoción negativa podrían provocar un aumento de dichos componentes, indicando una mayor dificultad del procesamiento de estímulos (Carretié y cols., 2001; 2008).

Se ha reportado que el procesamiento de palabras emocionales aisladas genera la aparición de los componentes EPN y LPC (p.e. Kissler y cols., 2007; 2009; Herbert y cols., 2008), sin embargo, son muy interesantes los resultados de dos trabajos (Holt y cols., 2009; Bayer y cols., 2010) en los que estos componentes se ven disminuidos o desaparecen, particularmente el EPN, cuando las palabras emocionales están contenidas en oraciones. No obstante, estos resultados no estarían indicando necesariamente que los procesos reflejados por dichos componentes desaparezcan, sino que, bajo estas circunstancias, son difícilmente visibles. En este sentido, es posible que también en nuestros datos encontremos una disminución, o ausencia, de ambos componentes, dado que la tarea de los sujetos en este caso consiste en realizar juicios acerca de la gramaticalidad de las oraciones.

Por último, partiendo de la base de que las emociones son procesadas preferencialmente, también esperaríamos encontrar efectos en los datos conductuales de los sujetos. En la literatura se han reportado tiempos de reacción más cortos para palabras emocionales en comparación con las neutras (p.e. Schacht y Sommer, 2009a), encontrándose muchas veces menor tiempo de reacción y mayor número de errores para palabras positivas (Hoffman, y cols., 2009; Schacht y Sommer, 2009a). No obstante, también se han encontrado patrones inversos, en los que el tiempo de reacción es menor para palabras neutras en comparación con palabras emocionales (Palazova y cols., 2013), lo que evidencia gran diversidad de resultados. Se hace necesario, por tanto, tener en cuenta las diferencias experimentales entre estudios para realizar las interpretaciones de nuestros resultados.

4.2. Materiales y métodos

4.2.1. *Participantes*

Como sujetos en este experimento participaron 22 personas, de las cuales 12 eran mujeres, con edades comprendidas entre 19 y 41 años ($M=25.7$ años). Todos los participantes eran hispano-hablantes, siendo el castellano su lengua materna. Todos tenían visión normal o corregida, y lateralidad diestra con una puntuación media de +83.6 % según el cuestionario de lateralidad de Olfield (Olfield, 1971), con un rango que iba desde +30 a +100. Ninguno presentaba historia de alteraciones psiquiátricas o neurológicas.

Todos los voluntarios dieron su consentimiento informado para participar en el estudio y fueron gratificados monetariamente por ello. El experimento fue realizado siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité ético de la Universidad Complutense de Madrid.

4.2.2. *Material de estimulación.*

Como material de estimulación se elaboraron 360 oraciones, que contaban con la misma estructura gramatical: [Determinante]+[Sustantivo]+[Adjetivo]+[Verbo]. El adjetivo era la palabra crítica en todos los casos y podía contener una valencia positiva, negativa o neutra. Para realizar esta clasificación, un grupo de 23 sujetos, distintos de los participantes en el experimento, evaluó previamente los adjetivos de acuerdo a su valencia emocional mediante el SAM (*Self-Assessment Manikin*, por sus siglas en inglés; Bradley y Lang, 1994) clasificándolos con puntuaciones que iban desde 1 (muy negativo) hasta 9 (muy positivo). Otro grupo de 30 sujetos, también independientes de los participantes en el experimento, evaluaron la activación o *arousal* de los adjetivos, empleando el mismo test (SAM) adaptado para la clasificación de la activación. Para las tres categorías de valencia (positivo, negativo y neutro), los adjetivos fueron igualados en cuanto a longitud, frecuencia de uso y concreción (LEXEPS, Sebastián, 2000) (ver Tabla 1).

	<i>Positivos</i>	<i>Negativos</i>	<i>Neutros</i>
<i>Valencia*</i>	7.18(0.69)	3.03(0.81)	5.11(0.55)
<i>Activación*</i>	3.25(0.60)	3.27(0.68)	2.33(0.51)
<i>Longitud</i>	2.97(0.65)	2.97(0.76)	2.82(0.50)
<i>Frecuencia</i>	63.17(96.3)	59.82(96.3)	63.18(123)
<i>Concreción</i>	4.14(1.2)	4.60(0.8)	4.75(0.9)
<i>P. cierre</i>	0.69(0.77)	0.48(0.60)	0.77(0.91)

Tabla 1: Media y desviación estándar *M* (*DS*) de los valores de valencia, activación, longitud, frecuencia, concreción y probabilidad de cierre de los adjetivos positivos, negativos y neutros utilizados en los experimentos 1 y 2. El asterisco identifica las medias que fueron significativamente diferentes entre sí (todas las *ps* < 0.01).

La probabilidad de cierre de los adjetivos en la oración fue evaluada por otro grupo de 21 sujetos (ver Tabla 1). Como puede observarse en la tabla 1, la probabilidad de cierre es baja lo cual es el resultado de, por un lado, la posición intermedia que tienen las palabras en oraciones cortas (coincidiendo, por ejemplo, con Martín-Loeches y cols., 2009a) y, por otra parte, la fuerte restricción que imponen la valencia, la activación, la frecuencia de uso, la longitud y la concreción de los adjetivos (Holt y cols., 2009). Sin embargo, aunque las palabras críticas presentadas en este estudio fueron impredecibles, fueron evaluadas como plausibles por los participantes (como puede verse más adelante). Además, la modulación del componente N400 con las violaciones semánticas de la condición neutra en el experimento 2 confirma que estos materiales son fiables. Para crear las incorrecciones sintácticas se creó otro grupo de oraciones en las que, partiendo del grupo original, se les cambió el número a los adjetivos, es decir, los adjetivos con número plural se escribieron en número singular y viceversa. De esta manera, obtuvimos un segundo grupo de 360 oraciones experimentales sintácticamente incorrectas.

Se construyeron dos sets experimentales, en cada uno de los cuales se incluyó la totalidad de las 360 oraciones, de las cuales 120 contenían adjetivos positivos, 120 adjetivos negativos y 120 adjetivos neutros. Para cada uno de estos tres tipos de valencia había 60 adjetivos en versión correcta y los otros 60 en versión incorrecta. Las oraciones que se presentaban en un set en versión correcta fueron presentadas en el otro set en versión incorrecta, y viceversa (se muestran ejemplos en la Tabla 2). Además, cada oración, ya fuese en su forma correcta o incorrecta, fue presentada sólo una vez a cada participante. La presentación de las oraciones dentro de cada bloque fue aleatorizada. A cada participante se le presentó solo uno de los dos sets experimentales.

Además de las oraciones experimentales, se presentaron otras 120 oraciones de relleno, o “*fillers*”, la mitad de las cuales eran oraciones cortas (no tenían adjetivos) y la otra mitad oraciones largas (tenían un complemento después del verbo). La mitad de las oraciones de relleno eran correctas y la otra mitad eran sintácticamente incorrectas.

	<i>Oraciones correctas</i>	<i>Oraciones incorrectas sintácticamente</i>
<i>Positivas</i>	La hermana <i>querida</i> acude	La hermana <i>queridas</i> acude
<i>Negativas</i>	El comisario <i>malvado</i> interroga	El comisario <i>malvados</i> interroga
<i>Neutras</i>	El espejo <i>ovalado</i> refleja	El espejo <i>ovalados</i> refleja

Tabla 2: Ejemplo de oraciones experimentales correctas presentadas en el Experimento 1, así como sus versiones incorrectas sintácticamente, incluyendo adjetivos con valencias positiva, negativa y neutra.

4.2.3. Procedimiento

Al inicio de cada sesión a los participantes se les daba una breve explicación de las características del experimento, de la técnica de registro y se les explicaba la tarea que debían realizar. Posteriormente se realizaba un entrenamiento y una vez que

se habían familiarizado con el procedimiento se pasaba a la presentación de la tarea experimental. La tarea consistía en clasificar las oraciones que se les presentaban en correctas o incorrectas, para lo cual presionaban uno de los dos botones de respuesta con el dedo índice. El uso de la mano para responder fue asignado aleatoriamente y contrabalanceado.

Las oraciones eran precedidas de una cruz de fijación en el centro del monitor durante 500 ms; luego se presentaba la oración palabra por palabra durante 300 ms cada una, con un tiempo inter-estímulo de 300 ms. Después de la última palabra aparecía una pantalla en negro durante 1000 ms y posteriormente aparecía un signo de interrogación durante 1000 ms más, tiempo durante el cual el sujeto tenía que responder, presionando el botón correspondiente, si la oración vista justo antes era correcta o incorrecta (Figura 4). La primera palabra de cada oración comenzaba con una letra mayúscula y la última iba seguida de un punto. Todos los estímulos fueron presentados en el centro del monitor en color blanco sobre un fondo negro controlados por el programa Presentation®. La distancia entre el monitor y los ojos de los participantes fue de unos 65 cm. Todas las palabras fueron presentadas con ángulos visuales de 0.8° de altura y 0.8° a 4° de ancho.

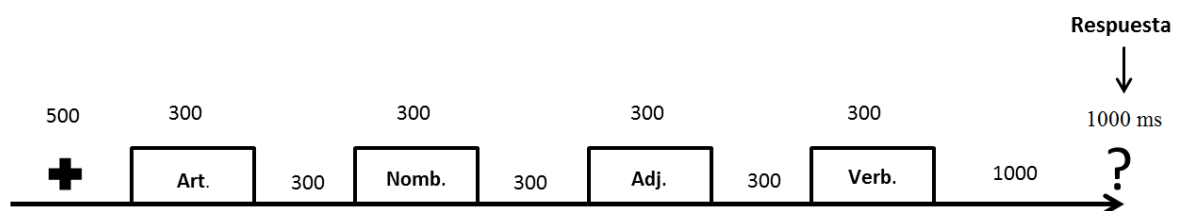


Figura 4: Representación gráfica de la presentación de las oraciones experimentales.

Durante la realización del experimento los participantes permanecieron sentados en una silla confortable, en una cámara aislada acústica y eléctricamente. Se les pidió que durante el registro permanecieran los más relajados posible, evitando los movimientos bruscos y parpadeos durante la lectura de las oraciones. El tiempo total de la sesión experimental fue de unos 40 minutos, a lo que se debía sumar el proceso previo de colocación de los electrodos.

4.2.4. *Análisis de datos*

El registro de la actividad cerebral de los participantes se realizó a partir de 27 electrodos, los cuales estaban montados en un gorro elástico (EasyCap) en las siguientes localizaciones, siguiendo el Sistema Internacional 10/20: Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FC3, FC4, FT7, FT8, T7, C3, Cz, C4, T8, TP7, CP3, CP4, TP8, P7, P3, Pz, P4, P8, O1 y O2. Además, se realizó un registro electro-oculográfico (EOG) de montaje bipolar situando dos electrodos que controlaban los movimientos verticales y el parpadeo (encima y debajo del ojo izquierdo) y otros dos con el fin de controlar los movimientos horizontales (aproximadamente a un centímetro del canto externo de cada ojo). También se colocaron electrodos de referencia en los huesos mastoides. Durante el registro, todos los electrodos estuvieron referenciados al hueso mastoides izquierdo, y luego, para el análisis de datos, se re-referenciaron todos los electrodos al promedio de los dos mastoides.

La impedancia de los electrodos se mantuvo siempre por debajo de 5 Ω . La señal electrofisiológica se registró mediante el programa *Brain Vision Recorder*®. La señal registrada en todos los canales fue amplificada mediante un amplificador *Brain Vision Professional Brainamp*® y recogida de manera continua aplicando un filtro de paso de banda de 0.01 Hz a 40 Hz. La tasa de muestreo fue de 250 Hz.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa *Brain Vision Analyzer*®. Los registros fueron filtrados digitalmente con un filtro de paso de banda de 0.01 a 30 Hz. Posteriormente se segmentó el continuo del EEG en épocas de 1000 ms, comenzando 200 ms antes de la presentación del adjetivo. Se seleccionaron solamente las épocas correspondientes a los adjetivos de las oraciones que habían sido respondidas correctamente por los participantes. Se aplicó una corrección ocular, siguiendo el algoritmo de Gratton, Coles y Donchin (1983) y posteriormente las épocas que aún presentaban ruidos o artefactos fueron eliminadas empleando el modo semi-automático de rechazo de artefactos del programa. La tasa de rechazo final fue de un 33.4 %. Se calcularon promedios de manera independiente para todas las épocas correspondientes a los adjetivos en función de su corrección -correctos e incorrectos- y de la valencia emocional de los mismos -positivos, negativos y neutros-.

Por último, estos datos fueron exportados a un programa estadístico (SPSS) donde se realizaron ANOVAs de medidas repetidas para los que se definieron como factores principales la corrección de la oración (con dos niveles: correcto e incorrecto), la valencia emocional (con 3 niveles: positivo, negativo y neutro), incluyendo también el factor electrodo (con 27 niveles). Se realizó el análisis estadístico del valor de amplitud promedio de las ventanas de tiempo correspondientes a la LAN (350-450 ms) y la P600 (600-700 ms y 700-800 ms) identificadas previamente en la inspección visual hecha de los PREs. En el caso de la P600 se tomaron dos ventanas consecutivas con el objetivo de abarcar la mayor parte del componente y por tanto analizar todos los posibles efectos que pudieran surgir. Se definió una región de interés (ROI, del inglés *region of interest*) para la LAN, que incluyó los 4 electrodos en los que el componente presentó mayor amplitud (F7, F3, FT7, FC3). Con el objetivo de buscar efectos significativos del factor principal *emoción*, o de su interacción con otros factores, se realizó una inspección de toda la época, para lo que se dividió la misma en ventanas de 100 ms. También se realizó un ANOVA de los tiempos de reacción e índices de acierto de las respuestas dadas por los sujetos.

4.3. Resultados

4.3.1. Datos conductuales

El índice de aciertos de los sujetos durante la realización de la tarea de juicio de corrección –gramaticalidad- de las oraciones fue del 83.51% para las oraciones correctas, mientras que para las oraciones incorrectas fue del 91.92%. Esta diferencia de proporción de aciertos entre oraciones correctas e incorrectas fue significativa ($F(1,21)=16.127$, $p=0.001$). Los sujetos clasificaron las oraciones como correctas en un 83.5%, 84.7% y 82.2% para los adjetivos neutros, positivos y negativos respectivamente. Por su parte, las oraciones incorrectas fueron clasificadas como incorrectas en un 92.2%, 91.9% y 91.5% para los adjetivos neutros, positivos y negativos respectivamente. No se encontraron efectos principales del factor emoción, ni de la interacción de éste con el factor corrección.

Se midió el tiempo de reacción para los adjetivos correctos (*neutros*: M= 455.35, DS= 117.28; *positivos*: M=442.49, DS=107.97; *negativos*: M=443.06 DS=125.59), y para los incorrectos (*neutros*: M=435.11, DS=106.34; *positivos*: M=427.99, DS=107.56; *negativos*: M=426.04 DS=98.09). Sin embargo, como consecuencia del procedimiento de estimulación, el tiempo de reacción de los sujetos ante la palabra crítica no fue medido exactamente después de la presentación de la misma; después de ésta se presentaba otra palabra y posteriormente debían esperar un tiempo antes de dar la respuesta. Por esta razón, el tiempo de reacción no se consideró un dato informativo en nuestro estudio y de hecho no se apreciaron diferencias significativas (todas las $p > 0.1$).

4.3.2. *Datos electrofisiológicos*

En la figura 5 se representan los grandes promedios de los PREs para los adjetivos correctos e incorrectos para cada una de las tres valencias. También se calcularon las curvas de la diferencia entre las condiciones correctas e incorrectas, para cada una de las tres valencias, y aparecen representadas en la figura 6. Como puede verse en la figura 5, el curso temporal de los PREs es muy semejante para los tres adjetivos emocionales hasta los 200 ms aproximadamente. A partir de aquí comienzan a aparecer diferencias que coinciden con los componentes LAN y P600, y que describiremos en detalle a continuación.

Negatividad anterior izquierda (LAN):

Cuando comparamos los adjetivos correctos con los incorrectos en la condición neutra (nuestra condición base) se observa una negatividad que comienza a surgir alrededor de los 200 ms, y que tiene un pico máximo alrededor de los 400 ms. Esta negatividad aparece fundamentalmente en los electrodos frontales izquierdos, coincidiendo con la descripción del componente LAN. Sin embargo, al comparar los adjetivos correctos e incorrectos de la condición positiva no encontramos esta negatividad. Por el contrario, la comparación de adjetivos correctos e incorrectos para la condición negativa muestra una negatividad mayor que la LAN de la condición neutra, describiendo una distribución típica frontal izquierda, aunque también afecta a los electrodos frontales derechos.

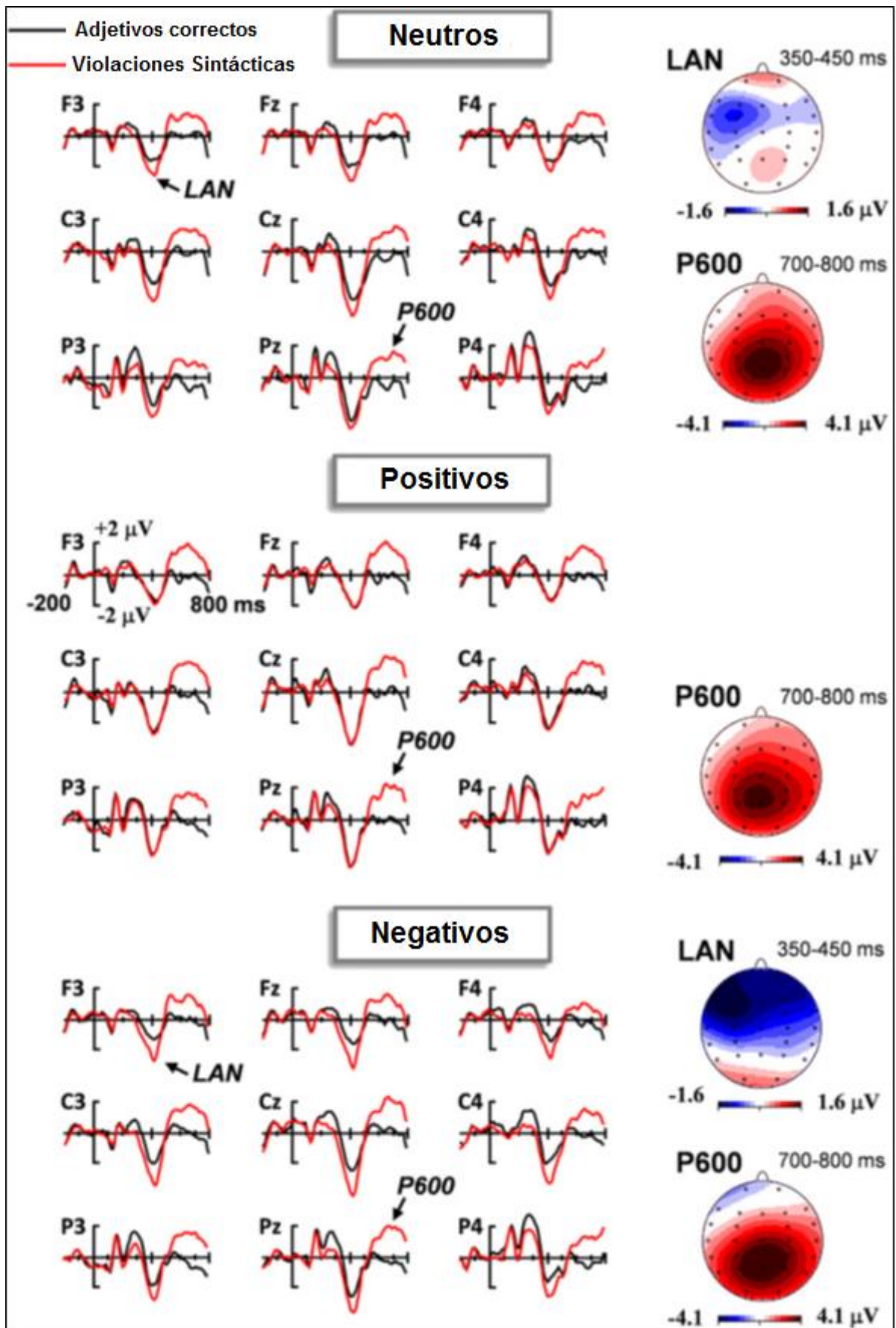


Figura 5: Grandes promedios para las oraciones correctas e incorrectas sintácticamente, con valencias neutra (arriba), positiva (medio) y negativa (abajo). A la derecha de cada condición emocional se presentan los mapas topográficos de los componentes LAN y P600.

— Neutros
 — Positivos
 — Negativos

**Violaciones sintácticas menos
 adjetivos correctos**

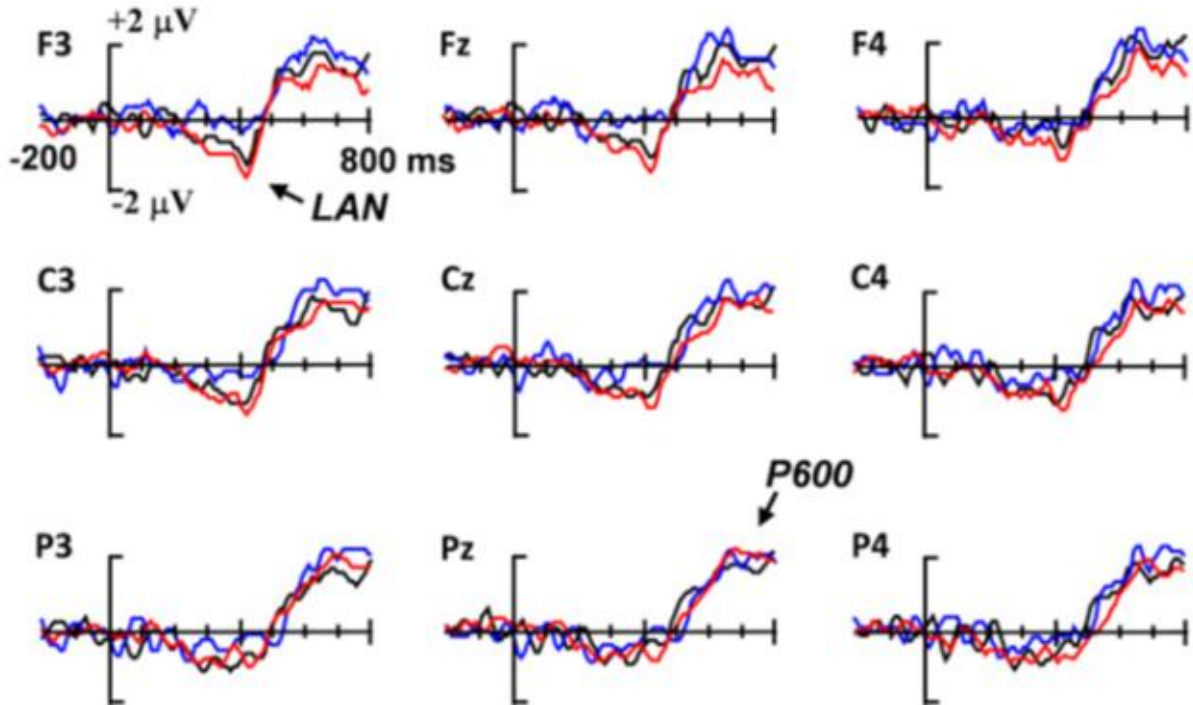


Figura 6: Curvas de las diferencias entre las condiciones correctas e incorrectas (adjetivos sintácticamente incorrectos menos correctos) para los adjetivos positivos, negativos y neutros.

Para determinar si estas diferencias eran significativas se realizó un análisis ANOVA de medidas repetidas en la ventana donde la amplitud del componente fue mayor: de 350 a 450 ms, incluyendo todos los electrodos. Los resultados apoyaron la inspección visual, revelando interacciones significativas de los factores *Corrección x Electrodo* ($F(26,546)=3.017, p=0.020$); *Corrección x Emoción* ($F(2,42)=5.167, p=0.01$), así como una tendencia en la interacción *Corrección x Electrodo x Emoción* ($F(52,1092)=2.06, p=0.06$) (Tabla 3).

Posteriormente se seleccionó una región de interés en la que se incluyeron 4 electrodos: F7, F3, FT7 y FC3, y se realizó un análisis *post-hoc* con estos. Se analizó el efecto principal del factor *Corrección* para cada valencia y se obtuvieron valores significativos para las condiciones neutra ($F(1,21)=4.21, p=0.045$) y

negativa ($F(1,21)=16.55$, $p=0.001$), pero no para la positiva ($F(1,21)=5.24$, $p>0.1$). Estos resultados confirman lo que podemos ver en la figura, que la LAN surge solamente para los adjetivos neutros y negativos.

		LAN 350-450	P600	
			600-700	700-800
Corrección	$F(1,21)$	1.204	34.51***	32.22***
Emoción	$F(2,42)$	1.837	2.43	0.85
Electrodo x Corrección	$F(26,546)$	3.017*	14.43***	19.06***
Electrodo x Emoción	$F(52,1092)$	1.132	1.32	0.74
Corrección x Emoción	$F(2,42)$	5.167*	0.08	0.12
Electrodo x Corrección x Emoción	$F(52,1092)$	2.06 [#]	1.8	1.7

Tabla 3: Resultados de los análisis de varianza (ANOVAs) para las ventanas de tiempo correspondientes a la LAN y la P600. En negrita aparecen los valores significativos. ([#] $p=0.06$; * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$).

A la vista de estos resultados también quisimos realizar una comparación de la amplitud de la LAN encontrada para los adjetivos neutros y negativos. Para ello se realizó un análisis ANOVA *post-hoc*. Los resultados revelaron una interacción significativa de los factores *Corrección x Emoción* ($F(1,21)=7.33$, $p=0.013$), evidenciando así que la LAN para los adjetivos negativos es mayor que para los neutros.

Los resultados descritos hasta aquí sugieren que el componente LAN se ve aumentado cuando el adjetivo que contiene la violación sintáctica posee una

valencia negativa. Por el contrario, parece que los adjetivos positivos no son capaces de generar la LAN.

P600

Como puede observarse en la figura 5, el componente P600 surge con una amplitud y una topografía similar para los adjetivos neutros, positivos y negativos. Esta impresión se ve apoyada por los resultados del ANOVA, que reveló un fuerte efecto significativo del factor *Corrección*, así como de la interacción de *Corrección x Electrodo* tanto en la ventana de 600 a 700 ms ($F(1,21)=34.51$, $p=0.0001$ y $F(26,546)=14.43$, $p=0.0001$, respectivamente) como en la ventana de 700 a 800 ms ($F(1,21)=32.22$, $p=0.0001$ y $F(26,546)=19.06$, $p=0.0001$, respectivamente) (Tabla 3).

Por su parte, las sutiles diferencias que se observan en la figura 6 entre las condiciones emocionales y la neutra no alcanzan a ser significativas en el análisis estadístico. Es decir, ninguna de las dos interacciones *Corrección x Emoción* o *Corrección x Emoción x Electrodo* fueron significativas en la ventana de 600 a 700 ms ($F(2,42)=0.08$; $F(52,1092)=1.8$ respectivamente; todas las $ps>0.1$) o en la ventana de 700 a 800 ms ($F(2,42)=0.12$; $F(52,1092)=1.7$ respectivamente; todas las $ps>0.1$).

Estos resultados sugieren que el componente P600, que surge ante violaciones sintácticas, no parece verse afectado por la valencia emocional de las palabras responsables de la incorrección de la oración.

Efectos estándar de la emoción

En la figura 7 puede observarse la modulación del curso temporal de los PREs con la valencia emocional de los adjetivos correctos. Se realizó una exploración estadística de toda la época, desde 0 hasta 800 ms, dividiéndola en ventanas de 100 ms, en busca de efectos del factor *Emoción* o de la interacción de *Emoción x Electrodo*. Como resultado de esta inspección no se encontró ningún efecto significativo, encontrándose todos los valores de $F(2,42)$ entre 0.8 y 2.4 para el

factor *Emoción* y para la interacción *Emoción x Electrodo* todos los valores de $F(52,1092)$ estuvieron entre 0.2 y 1.3, siendo las $ps > 0.1$ en todos los casos.

En el segmento de tiempo que típicamente se corresponde con el componente EPN, es decir alrededor de los 200-400ms, no se pudieron observar modulaciones sistemáticas. Sin embargo, más tarde parece que surge una pequeña modulación similar a un LPC, entre los 500-600 ms y los 700-800 ms; sin embargo esta modulación no fue apoyada estadísticamente.

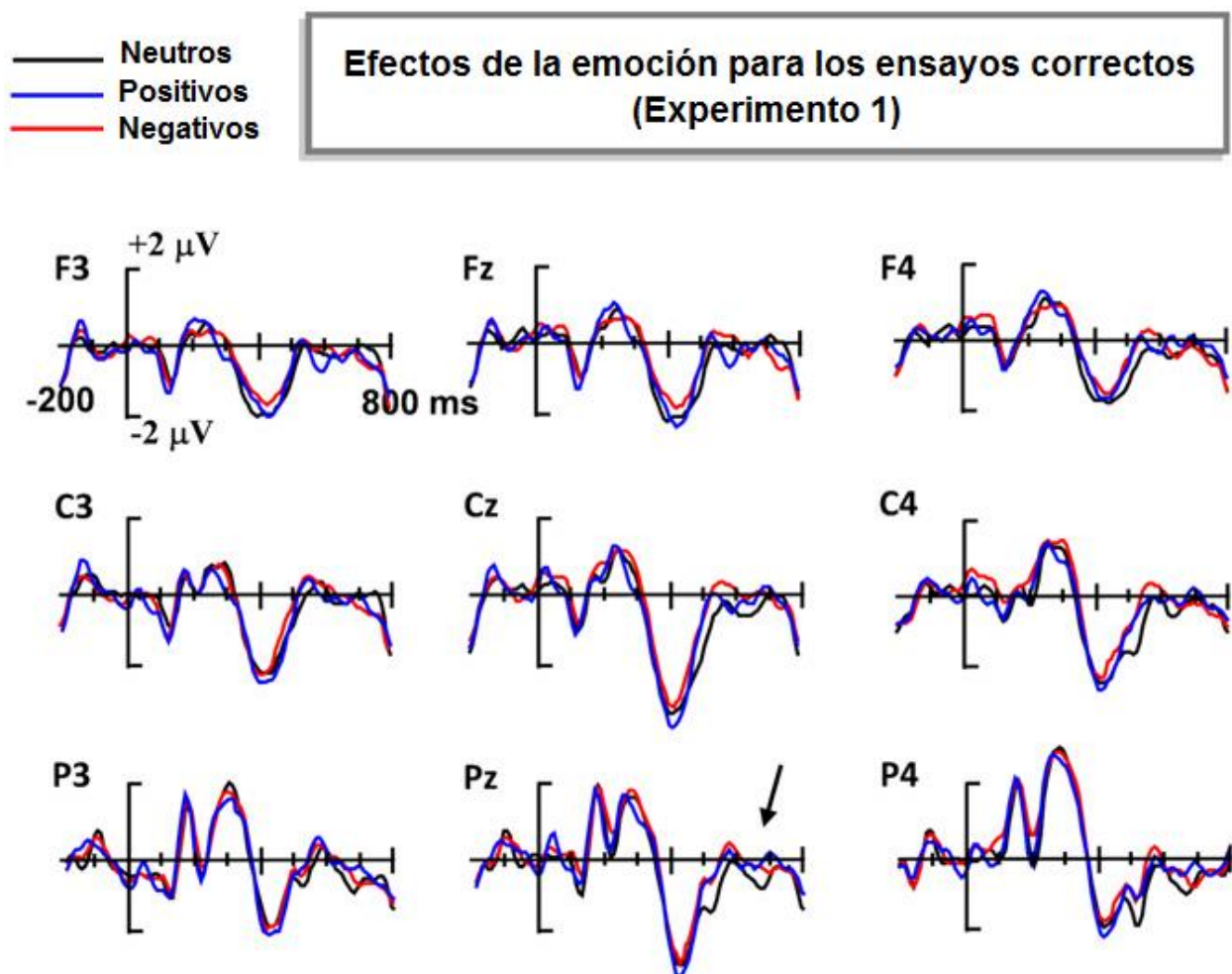


Figura 7: Modulación de los PREs en función de la valencia de los adjetivos correctos en el Experimento 1 (procesamiento sintáctico). No aparecen diferencias entre las curvas, excepto una ligera modulación, en una ventana de tiempo pequeña, similar a la fluctuación que causaría un componente LPC, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

4.4. Breve discusión

Los resultados de este experimento muestran que el componente LAN surge ante la presencia de violaciones sintácticas introducidas por adjetivos, cuyo contenido emocional modula la amplitud del mismo. A la vista de este resultado, podemos decir que la información léxico-semántica de los adjetivos fue procesada y clasificada durante la ventana de tiempo que comprende la LAN. Es decir, que la valencia contenida en los adjetivos parece haber sido identificada por el sistema lingüístico ya en esa ventana de tiempo, como lo demuestran las diferencias de amplitud del componente en función del tipo de valencia emocional. Este efecto no es explicable como una consecuencia de que el EPN coincidiera con la LAN, que típicamente surge en la misma ventana de tiempo. Existen reportes en la literatura acerca de que el EPN parece no surgir cuando las palabras emocionales están incluidas en oraciones (Bayer y cols., 2010; Holt y cols., 2009). Además, el EPN posee una topografía temporo-occipital, a diferencia de la distribución frontal izquierda de la LAN encontrada aquí, que hablaría a favor de una independencia de los procesos reflejados por ambos tipos de componentes. Cuando las palabras emocionales son presentadas inmersas en oraciones, el EPN y LPC pueden ser relativamente inestables y/o no muy llamativos (Bayer y cols., 2010), y de hecho en este experimento no encontramos ninguno de los dos componentes. Más adelante se abordará en profundidad este tema (ver capítulo VI: Discusión general).

En segundo lugar, podemos decir que el resultado encontrado no coincide con la visión sintáctico-céntrica del procesamiento de la oración que tantos autores defienden (p.e. Friederici, 2004), puesto que la información morfosintáctica reflejada en la LAN ha sido modulada de manera importante por la valencia emocional de la palabra que introduce la violación sintáctica. Por una parte, parece ser que el significado emocionalmente negativo de una palabra utiliza rápidamente recursos atencionales para el procesamiento de la misma, lo que conlleva un aumento del coste de las operaciones sintácticas que se están llevando a cabo en ese momento, lo que se ve reflejado en un aumento de la amplitud de la LAN. Esto podría ser un ejemplo de un “sesgo negativo” (en inglés *negativity bias*), que se ha reportado en varios estudios con imágenes y expresiones faciales, y que plantea que la información negativa exhibe un procesamiento preferente y consume más

recursos, debido probablemente al valor que tiene la información negativa para la supervivencia (Carretié, Mercado, Tapia e Hinojosa, 2001; Carretié, Albert, López-Martín y Tapia, 2009).

Por otra parte, el significado emocional positivo de los adjetivos también modula la LAN respecto al significado neutro, haciendo que desaparezca dicho componente. De acuerdo con la anterior interpretación para las palabras negativas, esto podría ser el resultado de una facilitación del análisis sintáctico reflejado en la LAN. Según un trabajo de Isen (1987; también Ashby, Isen y Turken, 1999) el material positivo está interconectado más fuertemente en el sistema semántico, hasta el punto de que las palabras positivas incluso podrían componer una categoría semántica separada. De hecho, el acceso a representaciones positivas podría facilitar el procesamiento semántico y la integración de la palabra en el modelo de la oración. No obstante, esta posibilidad es problemática dado que sería difícil de encajar con los modelos psicolingüísticos disponibles el hecho de que el procesamiento del significado (semántico) pueda facilitar la detección de nuestra anomalía morfosintáctica.

Alternativamente, estos datos parecen compatibles con estudios que reportan que los estados emocionales positivos incrementan el uso de estrategias heurísticas, que son computacionalmente menos demandantes que las estrategias algorítmicas (Blanchette y Richards, 2010). Si este fuera el caso aquí, podría decirse que las palabras positivas inmersas en oraciones no son analizadas en un primer análisis sintáctico de la misma manera que las palabras negativas y neutras, sino que se procesan usando una estrategia menos algorítmica. En este sentido, no queremos decir que el procesamiento sea más o menos fácil, sino que estamos hablando acerca de que las valencias emocionales de las palabras podrían inducir cambios inmediatos en las estrategias de procesamiento. Posiblemente la información emocional léxico-semántica contenida en la palabra no sea lo suficientemente poderosa como para provocar estados emocionales en los sujetos, sobre todo teniendo en cuenta el corto intervalo de tiempo durante el que son presentadas. Sin embargo, a nivel cognitivo, al menos parte de las estrategias provocadas por estados emocionales positivos podrían ser desencadenadas cuando una palabra positiva aparece en la oración. Desde el marco de los estudios de corporeidad o *embodiment* de memoria semántica se plantea que la decodificación del significado

de palabras emocionales puede conllevar una rápida activación de las redes de procesamiento emocional dentro del cerebro (p.e. Glenberg, Havas, Becker y Rinck, 2005; ver también Holt y cols., 2009). Este planteamiento también se ve apoyado por estudios que reportan que el contenido léxico-semántico de las palabras parece estar conectado con estructuras del sistema límbico (Binder y cols., 2009).

5. Capítulo V: Experimento II: Procesamiento semántico de palabras con contenido emocional en un contexto oracional

5.1. Introducción

Como ya se ha mencionado, en la gran mayoría de trabajos que abordan el estudio del procesamiento del lenguaje con contenido emocional se presentan palabras aisladas o pares de palabras, pero se sabe bastante poco acerca de cómo ocurre esta interacción cuando las palabras están inmersas en oraciones. Habiendo abordado en el experimento anterior el estudio del procesamiento sintáctico de la oración, el objetivo de este segundo experimento es estudiar cómo los adjetivos con distintas valencias emocionales (positiva, negativa y neutra) impactan en el procesamiento semántico de la oración en la que se encuentran inmersos, mediante el registro de PREs. Uno de los componentes más extensamente estudiados en el área de la investigación del lenguaje con PREs es la N400, el cual se relaciona con un índice del procesamiento semántico. Por su parte, el componente P600, que tradicionalmente se ha considerado como un índice de procesamiento sintáctico (Osterhout y Holcomb, 1992), también se ha reportado durante el procesamiento de violaciones semánticas (Martín-Loeches y col.s, 2006; Kuperberg, 2007; Kolk y Chwilla, 2007). En este segundo experimento nos centraremos en el estudio de la N400 y la P600, y en cómo estos componentes se ven afectados, en caso de serlo, por el contenido emocional de los adjetivos inmersos en las oraciones.

En la literatura encontramos varios ejemplos en los que las emociones afectan el procesamiento semántico. Por ejemplo, se ha reportado una facilitación del procesamiento semántico de las palabras con contenido emocional positivo en comparación con palabras negativas (Herbert, y cols., 2008). Así también, el estado emocional de los sujetos, inducido mediante la presentación de caras, imágenes o videos, afecta a cómo aquellos procesan el material lingüístico (p.e.

Federmeier y cols., 2001). La incongruencia entre la emoción inducida a los sujetos y la emoción contenida en una palabra presentada después, también ha revelado modulaciones en el componente N400 (Chung, Tucker, West, Potts y cols., 1996; Kiefer y cols., 2007). De hecho, se ha planteado que el contenido emocional de una palabra es parte de su información léxico-semántica (Palazova y cols., 2011). En este sentido, cabría esperar que el contenido emocional de los adjetivos presentados en este experimento modulara el acceso léxico o la integración semántica de la palabra, lo que se vería reflejado también en la N400. Estos resultados estarían de acuerdo con la visión de que el sistema semántico es abierto y heurístico, por lo que se espera que sea afectado de manera importante por nuestra manipulación. Estudios en los que se emplean imágenes de resonancia magnética funcional reportan que el procesamiento semántico de las palabras emocionales puede activar estructuras del sistema límbico (Nakic y cols., 2006; Naccache, y cols., 2005; ver revisión de Binder y cols., 2009).

Teniendo en cuenta estos estudios previos, podríamos predecir que el hecho de encontrar una palabra emocional en la oración puede llevar a un incremento de la dificultad del procesamiento semántico, y por tanto generar un aumento de la N400 tanto para las palabras correctas como para las incorrectas, encontrándose un aumento todavía mayor de dicho componente durante el procesamiento de estas últimas. Aunque, y de manera similar a lo esperado en el experimento 1, también existe la posibilidad de encontrar una disminución del componente con las palabras positivas, dado que se ha reportado que las emociones positivas parecen facilitar el procesamiento semántico (Herbert, y cols., 2008) e incrementar la flexibilidad cognitiva (Chwilla, Virgillito, and Vissers, 2011). Las palabras con emociones negativas por su parte podrían provocar un aumento del componente, puesto que implicarían una mayor dificultad de procesamiento por demandar más recursos. No obstante, es necesario aclarar que no necesariamente se encontraría un mismo patrón de impacto de las emociones en ambos experimentos, pues no debemos olvidar que se trata de dominios diferentes.

En relación a la P600 semántica, no existen, hasta donde tenemos conocimiento, trabajos previos en los que se reporte modulación de este componente con emociones. De hecho la P600 ha sido normalmente relacionada con el procesamiento sintáctico y sólo en algunos trabajos se ha reportado su aparición

durante el procesamiento semántico (Martín-Loeches, y cols., 2006). No obstante, Vissers y cols. (2010) encontraron que la P600 puede verse afectada por la información emocional ante violaciones sintácticas. Es posible, por tanto, que también este componente se vea afectado por las emociones en este experimento, aunque los resultados negativos a este respecto del experimento anterior permiten predecir lo contrario.

Existe también la posibilidad de encontrar los componentes EPN y LPC, relacionados con el procesamiento del contenido emocional de los adjetivos. Aunque, de manera similar a las expectativas del experimento anterior, es probable que ambos componentes se vean reducidos, o incluso estén ausentes, en este experimento. Nuestros adjetivos se presentan inmersos en oraciones, y se ha visto que esto puede afectar a la aparición de dichos componentes (Holt y cols., 2009; Bayer y cols., 2010). A esto se le suma el hecho de que en este caso los sujetos tienen que atender a la tarea que se les pide, consistente en emitir un juicio de corrección semántica de las oraciones.

Por último, también esperamos encontrar que el procesamiento de la valencia emocional de los adjetivos afecte al índice de acierto de los sujetos dado que se ha reportado en varios trabajos que las emociones impactan el desempeño de los sujetos en las tareas que se les presentan.

5.2. Materiales y métodos

5.2.1. *Participantes*

En este segundo experimento participaron como sujetos 22 personas, de las cuales 17 eran mujeres, con edades comprendidas entre 18 y 35 años ($M=22.4$ años). Todos los participantes eran hispano-hablantes, siendo el castellano su lengua materna. Todos los sujetos tenían visión normal o corregida, y lateralidad diestra con una puntuación media de lateralidad de +71.3 % según el cuestionario de lateralidad de Olfield (Olfield, 1971), con un rango que iba desde +44 a +100. Ningún sujeto presentaba historia de alteraciones psiquiátricas o neurológicas.

Todos los voluntarios dieron su consentimiento informado para participar en el estudio y fueron gratificados monetariamente por ello. El experimento fue realizado siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité ético de la Universidad Complutense de Madrid.

5.2.2. *Material de estimulación.*

Como estímulos para este segundo experimento se construyó un grupo de oraciones incorrectas a partir del grupo de 360 oraciones correctas empleadas en el experimento 1. Para ello se intercambiaron aleatoriamente los adjetivos entre las oraciones correctas. De acuerdo al índice dado por el grupo de personas que evaluó la probabilidad de cierre en el experimento 1, todas las palabras semánticamente incorrectas tuvieron una probabilidad de cierre de cero.

Siguiendo el mismo procedimiento usado en el experimento anterior, se construyeron dos sets experimentales con las oraciones. Cada uno de los sets contenía la totalidad de las 360 oraciones, de las cuales 120 contenían adjetivos positivos, 120 adjetivos negativos y 120 adjetivos neutros. Cada uno de estos tres tipos de valencia contenía 60 adjetivos en versión correcta y los otros 60 en versión incorrecta. Las oraciones que se presentaban en el primer bloque en versión correcta fueron presentadas en el segundo bloque en versión incorrecta, y viceversa (se pueden ver algunos ejemplos en la tabla 4). Cada oración fue presentada una sola vez a cada participante, ya fuese en su versión correcta o incorrecta. La presentación de las oraciones dentro de cada set fue aleatorizada y cada participante vio solo uno de los dos sets experimentales.

Se emplearon las mismas 120 oraciones de relleno (o *fillers*) que en el experimento anterior, pero en lugar de violaciones sintácticas se presentaron violaciones semánticas.

	<i>Oraciones correctas</i>	<i>Oraciones incorrectas semánticamente</i>
<i>Positivas</i>	La hermana <i>querida</i> acude	La hermana <i>gratuita</i> acude
<i>Negativas</i>	El comisario <i>malvado</i> interroga	El comisario <i>agrio</i> interroga
<i>Neutras</i>	El espejo <i>ovalado</i> refleja	El espejo <i>cocido</i> refleja

Tabla 4: Ejemplo de oraciones experimentales correctas presentadas en el Experimento 2, así como sus versiones incorrectas semánticamente, incluyendo adjetivos con valencias positiva, negativa y neutra.

5.2.3. Procedimiento

Se siguió el mismo procedimiento descrito para el experimento anterior. Al inicio de cada sesión se les daba una breve explicación a los sujetos acerca del experimento y de la tarea que ellos debían realizar. Posteriormente se realizaba un entrenamiento y una vez familiarizados con la tarea se pasaba al bloque experimental. La tarea consistía en clasificar las oraciones que se les presentaban en correctas o incorrectas, para lo cual debían presionar uno de los dos botones de respuesta con el dedo índice. El uso de la mano para responder fue asignado aleatoriamente y contrabalanceado.

Para la presentación de las oraciones se siguió exactamente el mismo procedimiento del experimento anterior (ver figura 2). Todos los estímulos fueron presentados en el centro del monitor en color blanco sobre un fondo negro, controlados por el programa Presentation®. La distancia entre el monitor y los ojos de los participantes fue de unos 65 cm. Todas las palabras fueron presentadas con ángulos visuales de 0.8° de altura y 0.8° -4° de ancho.

Durante la realización del experimento los participantes permanecieron sentados en una silla confortable, en una cámara aislada acústica y eléctricamente. Se les pidió que durante el registro permanecieran lo más relajados posible, evitando los movimientos bruscos y parpadeos durante la lectura de las oraciones. El tiempo

total de la sesión experimental fue de unos 40 minutos, a lo que se le sumaba el proceso de colocación de los electrodos.

5.2.4. *Análisis de datos*

El análisis de los datos se realizó siguiendo el mismo procedimiento descrito en el experimento 1. El registro de la actividad cerebral de los participantes se realizó a partir de 27 electrodos, emplazados en las siguientes localizaciones siguiendo el Sistema Internacional 10/20: Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FC3, FC4, FT7, FT8, T7, C3, Cz, C4, T8, TP7, CP3, CP4, TP8, P7, P3, Pz, P4, P8, O1 y O2. Se realizó un registro electro-oculográfico (EOG) de montaje bipolar situando dos electrodos que controlaban los movimientos verticales y el parpadeo; y otros dos con el fin de controlar los movimientos horizontales. También se colocaron los electrodos de referencia en los huesos mastoides. Durante el registro, todos los electrodos estuvieron referenciados al hueso mastoides izquierdo, y luego, para el análisis de datos, se re-referenciaron todos los electrodos al promedio de los mastoides. La impedancia de los electrodos se mantuvo siempre por debajo de 5 Ω . La señal registrada en todos los canales fue amplificada y recogida de manera continua aplicando un filtro de paso de banda de 0.01 Hz a 40 Hz. La tasa de muestreo fue de 250 Hz.

Para el análisis de los datos los registros fueron filtrados con un filtro digital de paso de banda de 0.01 a 30 Hz. Posteriormente se segmentó el continuo del EEG en épocas de 1000 ms, comenzando 200 ms antes de la presentación del adjetivo. Se seleccionaron solamente las épocas correspondientes a los adjetivos de las oraciones que habían sido respondidas correctamente por los participantes. Se aplicó una corrección ocular, siguiendo el algoritmo de Gratton, Coles y Donchin (1983) y posteriormente las épocas que aún presentaban artefactos fueron eliminadas empleando el modo semi-automático de rechazo de artefactos del programa. La tasa de rechazo final para este experimento fue de un 39.73 %. Esta tasa relativamente alta no es inusual que se encuentre en la literatura (un ejemplo reciente se puede ver en Stroud y Phillips, 2012) y principalmente se debe al aumento de los juicios erróneos para los adjetivos de valencia positiva (ver

resultados más adelante). Se calcularon promedios de manera independiente para todas las épocas correspondientes a los adjetivos en función de su corrección - correctos e incorrectos- y de la valencia emocional de los mismos -positivos, negativos y neutros-.

Al igual que en el experimento anterior, para los ANOVAs de medidas repetidas se definieron como factores principales la corrección de la oración (con 2 niveles: correcto e incorrecto), la valencia emocional (con 3 niveles: positivo, negativo y neutro), y se incluyó también el factor electrodo (con 27 niveles). En este caso las ventanas definidas coincidieron con los componentes N400 (450-550 ms) y P600 (600-700 ms y 700-800 ms).

Al igual que en el primer experimento, se realizó una inspección de toda la época, dividiéndola en ventanas de 100ms, con el objetivo de buscar efectos significativos del factor principal *emoción*, o de sus interacción con otros factores. De igual manera se recogieron y analizaron los tiempos de reacción e índices de acierto de las respuestas dadas por los sujetos.

5.3. Resultados

5.3.1. Datos conductuales

En este experimento, el índice de aciertos durante la realización de la tarea de juicio de corrección para las oraciones correctas fue del 80.6%, 83.1% y 80.6% para los adjetivos neutros, positivos y negativos, respectivamente; mientras que para las oraciones incorrectas fue del 81.8%, 67.6% y 77.7% para los adjetivos neutros, positivos y negativos, respectivamente. El promedio general de respuestas acertadas fue del 81.46% para las oraciones correctas y del 75.73% para las oraciones incorrectas. Aunque estos números indican que las oraciones correctas fueron mejor clasificadas que las incorrectas, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($F(1.21)=1.08$, $p>0.1$). Sin embargo, sí se encontró un efecto principal significativo de la *Emoción* ($F(2.42)=14.09$, $p=0.0001$), así como de la interacción de *Emoción* x *Corrección* ($F(2.42)=33.2$, $p=0.0001$). Para explorar

esta interacción se realizó un análisis *post-hoc*, aplicando la corrección de Bonferroni. El resultado mostró que el juicio de corrección se vio afectado solamente para los adjetivos positivos ($F(1.21)=1.15$, $p=0.05$), donde las oraciones incorrectas fueron peor clasificadas que las correctas.

También se midió el tiempo de reacción de los sujetos para las oraciones con adjetivos correctos (*neutros*: $M=412.98$, $DS=87.66$; *positivos*: $M=408.06$, $DS=89.76$ y *negativos*: $M=415.35$, $DS=98.34$) e incorrectos (*neutros*: $M=404.75$, $DS=92.16$; *positivos*: $M=420.96$, $DS=109.93$ y *negativos*: $M=413.58$, $DS=107.25$); sin embargo, y de manera similar al experimento anterior, no se encontraron efectos significativos entre ellos (todas las $ps>0.1$).

5.3.2. *Datos electrofisiológicos*

En la figura 8 se representan los grandes promedios de los PREs para los adjetivos correctos e incorrectos para cada una de las tres valencias. También se calcularon las curvas de la diferencia entre las condiciones correctas e incorrectas, para las tres valencias, que aparecen representadas en la figura 9. Como puede observarse en la figura 8, el curso temporal de los PREs para las oraciones correctas e incorrectas es similar semánticamente, aunque en el caso de los adjetivos negativos se observan ciertas diferencias muy tempranas (entre 0 y 100 ms) en los electrodos F3, C3 y P3. Esta diferencia fue explorada estadísticamente con el objetivo de descartar que afectara los componentes posteriores. Se realizaron dos ANOVAs en las ventanas de 0 a 50 ms y de 50 a 100 ms utilizando los mismos factores empleados para los demás análisis del experimento (*Corrección*, *Emoción*, *Electrodo x Corrección*, *Electrodo x Emoción*, *Corrección x Emoción* y *Electrodo x Corrección x Emoción*). Este análisis no mostró efectos principales o interacciones significativas (todos los valores de F estuvieron entre los 0.2 y 1.7, y todos los valores de $p>0.1$). Es decir, que puede considerarse que estas fluctuaciones tempranas no revisten importancia y por tanto no afectan en ninguna medida a nuestros datos. Más adelante aparece una negatividad seguida de una positividad, que parecen coincidir con una N400 y una P600, respectivamente, las cuales se abordarán en detalle a continuación.

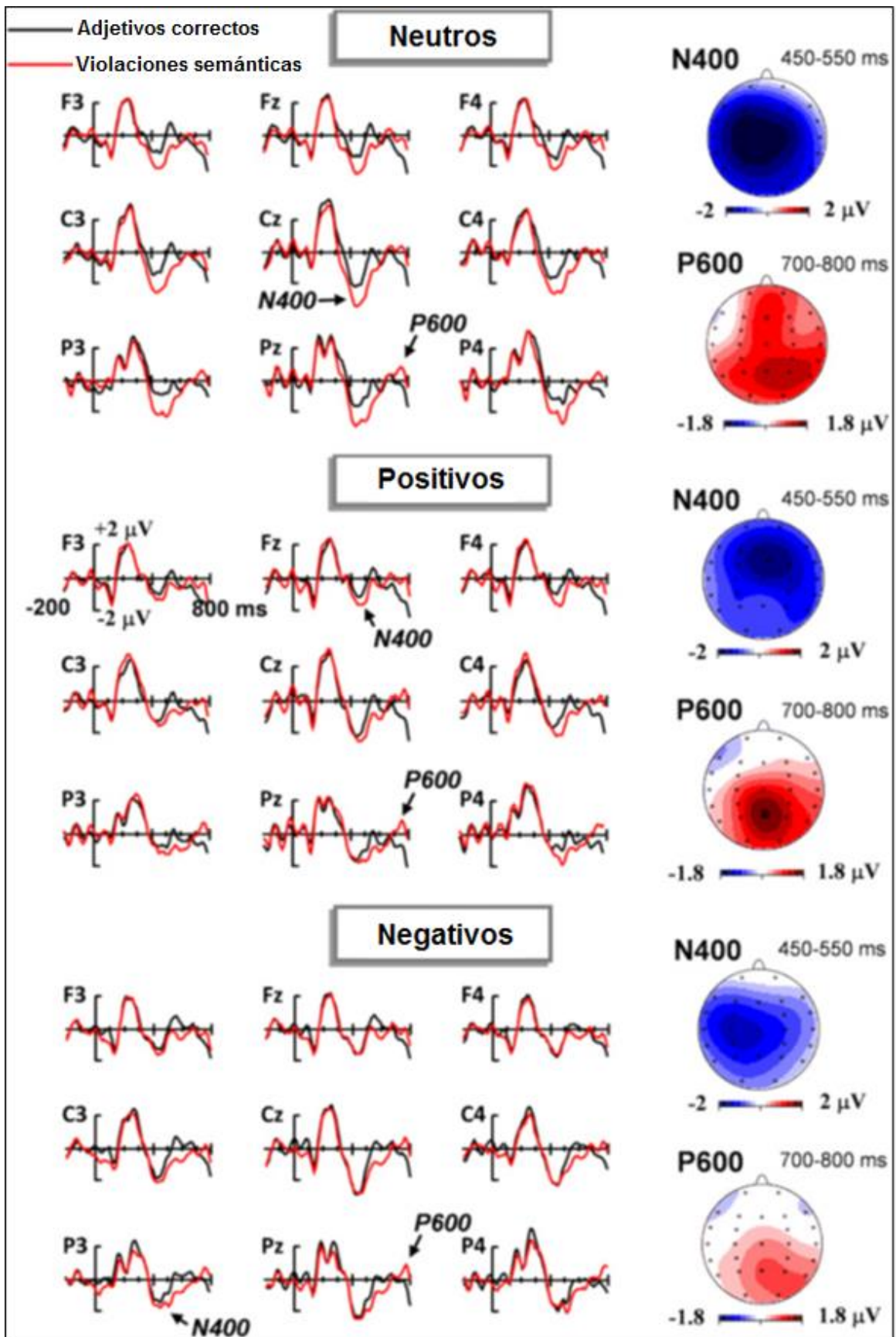


Figura 8: Grandes promedios para las oraciones correctas e incorrectas semánticamente, con valencias neutra (arriba), positiva (medio) y negativa (abajo). A la derecha de cada condición emocional se presentan los mapas topográficos de los componentes N400 y P600.

— Neutros
 — Positivos
 — Negativos

**Violaciones semánticas menos
 adjetivos correctos**

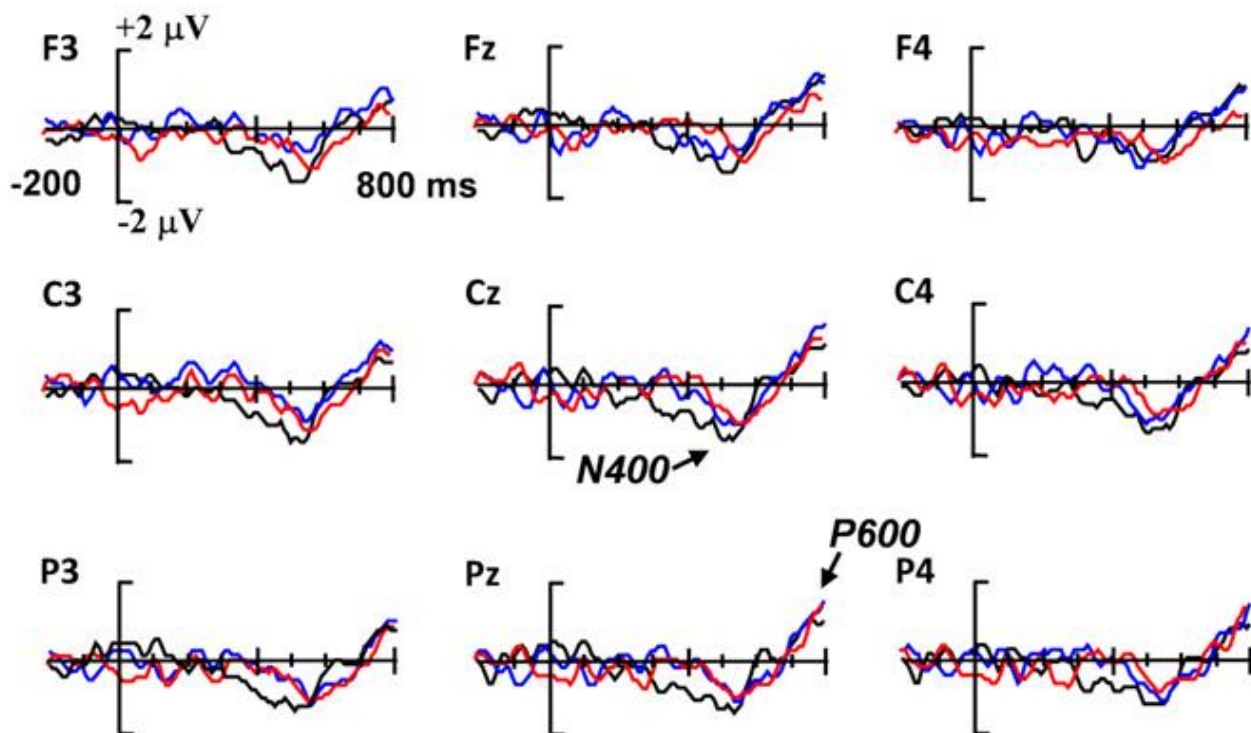


Figura 9: Curvas de las diferencias entre las condiciones correctas e incorrectas (adjetivos semánticamente incorrectos menos correctos) para los adjetivos positivos, negativos y neutros.

N400

La comparación de los adjetivos correctos con los incorrectos en la condición neutra exhibe claramente una negatividad centro-parietal típica de una N400, comenzando alrededor de los 300 ms después de la presentación del estímulo y alcanzando su pico máximo alrededor de los 500 ms. La N400 también surgió para las condiciones emocionales, aunque mostró ligeras diferencias respecto a la neutra, apareciendo con una topografía más frontal para los adjetivos positivos y disminuida en amplitud para los adjetivos negativos.

El resultado del ANOVA de medidas repetidas realizado para la ventana de tiempo de 450 a 550 ms correspondiente con la N400, mostró un efecto principal significativo del factor *Corrección* ($F(1,21)=28.9, p=0.0001$). Sin embargo, no se

encontraron interacciones significativas (*Corrección x Electrodo*: ($F(26,546)<1$); *Corrección x Emoción*: ($F(2,42)<1$); y *Electrodo x Corrección x Emoción*: ($F(52,1092)=1.31$, $p>0.1$) (ver Tabla 5). Los análisis *post-hoc* revelaron que el factor corrección fue significativo para cada tipo de valencia: neutra ($F(1,21)=30.7$, $p=0.0001$), positiva ($F(1,21)=7.66$, $p=0.011$) y negativa ($F(1,21)=11.3$, $p=0.003$). Estos resultados confirman la presencia de una N400 para cada una de las tres condiciones. Sin embargo, las diferencias que parece haber en amplitud y topografía entre estas condiciones no es apoyada por la estadística.

		N400 450-550	P600	
			600-700	700-800
Corrección	<i>F</i> (1,21)	28.92***	2.11	9.29*
Emoción	<i>F</i> (2,42)	1.38	1.13	0.74
Electrodo x Corrección	<i>F</i> (26,546)	0.91	1.11	4.40**
Electrodo x Emoción	<i>F</i> (52,1092)	1.77	0.79	1.03
Corrección x Emoción	<i>F</i> (2,42)	0.87	1.63	1.30
Electrodo x Corrección x Emoción	<i>F</i> (52,1092)	1.31	0.04	0.57

Tabla 5: Resultados de los análisis de varianza (ANOVAs) para las ventanas de tiempo correspondientes a la N400 y la P600. En negrita aparecen los valores significativos. (* $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$).

Sin embargo, la diferencia entre las distintas valencias parece ser más llamativa en latencias más tempranas, durante el desarrollo de la N400, como puede observarse en la figura 9. Para comprobarlo, se realizaron dos ANOVA en dos ventanas de tiempo anteriores, de 300 a 400 ms y de 400 a 500 ms. Como

resultado obtuvimos que solamente el efecto principal de *Corrección* fue significativo, tanto para la ventana de 300-400 ms ($F(1,21)=5.81$, $p=0.003$) como para la de 400-500 ms ($F(1,21)=20.07$, $p=0.0001$). Se encontró también una tendencia en la interacción *Electrodo x Corrección x Emoción* ($F(52,1092)=2.0$, $p=0.09$) en la ventana de 300-400 ms. Por último, se realizó también un ANOVA para la ventana de tiempo de 400 a 600 ms y los resultados mostraron solamente un efecto significativo de la *Corrección* ($F(1,21)=25.01$, $p=0.0001$) y de la interacción *Corrección x Electrodo* ($F(26,546)=2.76$, $p=0.05$). En resumen, parece que la valencia emocional de los adjetivos no modula significativamente ni la amplitud ni la topografía del componente N400.

P600

Según muestran la figura 8, al final de la época surge el componente P600, lo que coincide con estudios anteriores en los que se reporta el surgimiento de una P600 durante el procesamiento semántico (p.e. Martín-Loeches y cols., 2006). El ANOVA de medidas repetidas realizado para las ventanas de tiempo de 600-700 ms y 700-800 ms reveló un efecto significativo del factor *Corrección* ($F(1,21)=9.2$, $p=0.011$) y de la interacción *Corrección x Electrodo* ($F(26,546)=4.4$, $p=0.002$) solamente en la segunda ventana (700-800) (ver Tabla 5). No se encontraron efectos del factor *Emoción* ni interacciones de éste con otros factores en ninguna de las dos ventanas de tiempo. De manera similar al experimento 1, la P600 no se vio afectada por la valencia emocional de la palabra incorrecta.

Efectos estándar de la emoción

La figura 10 muestra la modulación de los PREs con las valencias neutra, positiva y negativa de los adjetivos en las oraciones correctas. Al igual que en el experimento anterior, exploramos toda la época, dividiéndola en ventanas consecutivas de 100 ms desde 0 hasta 800 ms, con el objetivo de buscar efectos de la valencia emocional. Como resultado se obtuvo un efecto significativo de la *Emoción*, así como de la interacción *Emoción x Electrodo* en las ventanas de tiempo de 300-400 y 400-500 ($F_s(2,42)=4.6$ y 3.4 respectivamente, y ambas $ps<0.05$). Para el resto de las ventanas de tiempo no se obtuvieron efectos principales significativos de la

emoción (los valores de $F(2,42)$ oscilaron entre 0.6 y 2.6; $ps>0.1$), o de la interacción de *Electrodo x Emoción* (los valores de $F(52,1092)$ oscilaron entre 0.6 y 1.2; $ps>0.1$). El efecto principal de la emoción observado aquí consistió en una positividad centro-parietal para los adjetivos positivos cuando éstos fueron comparados con los adjetivos neutros y negativos. Puede verse este efecto en la figura 11, en la que se han representado los PREs colapsando los adjetivos correctos e incorrectos, comprobando que no se corresponde con ninguno de los componentes estándar de la valencia emocional de una palabra, EPN y LPC. Como se dijo en el experimento anterior, la inestabilidad y/o lo poco llamativo de los componentes EPN y LPC, particularmente cuando se presentan en contextos oracionales, podría explicar también la ausencia de estos en este segundo experimento.

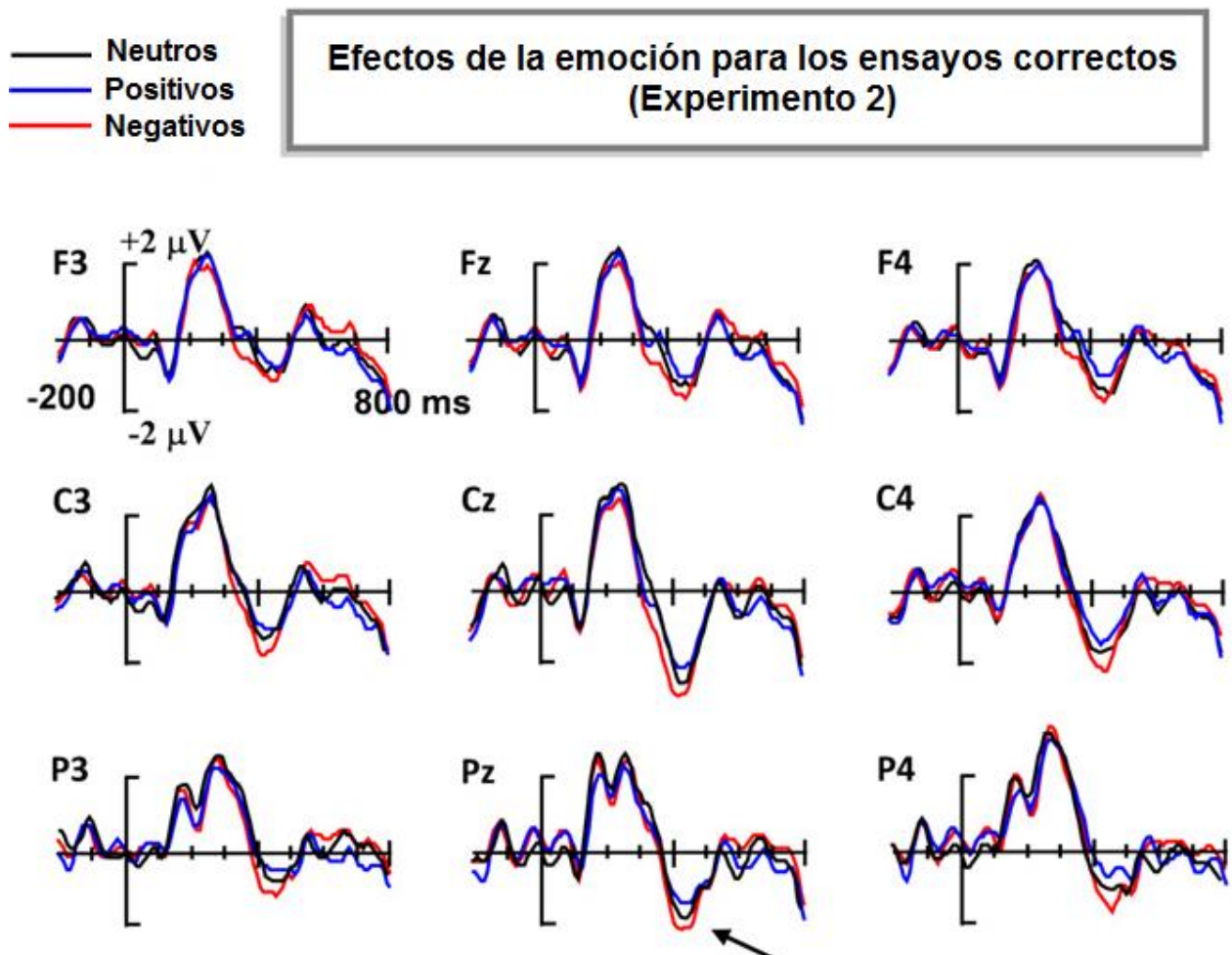


Figura 10: Modulación de los PREs en función de la valencia de los adjetivos correctos en el experimento 2 (procesamiento semántico). No aparecen diferencias entre las curvas, excepto una positividad centro-parietal resultante de la comparación de la condición positiva menos la condición neutra y negativa. Este efecto puede verse con más detalle en la Figura 11.

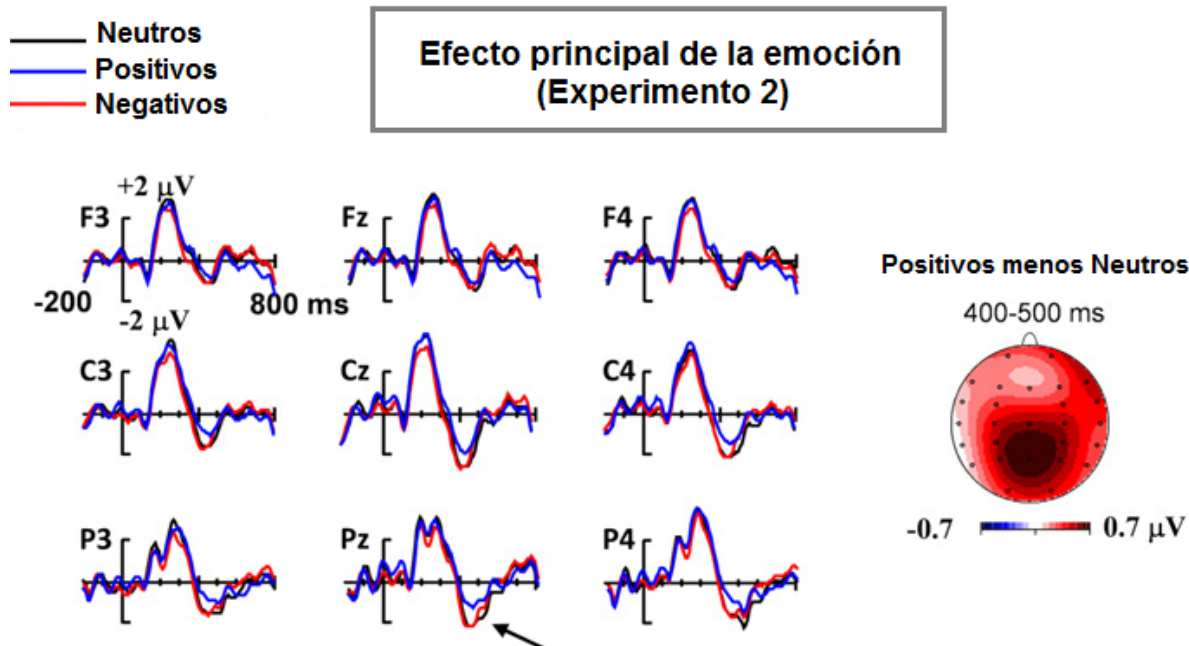


Figura 11: Positividad centro-parietal resultante de la comparación de las palabras positivas menos las neutras, interpretado como una posible reducción de la N400 para los adjetivos positivos. En la figura aparecen colapsadas las condiciones correctas e incorrectas.

5.4. Breve discusión

Los datos conductuales sugieren un efecto prominente de la valencia positiva, lo que condicionó que un gran número de oraciones incorrectas fueran clasificadas por los sujetos como correctas. También el número de oraciones correctas evaluadas como tales aumentó ligeramente respecto al experimento anterior. Este resultado podría ser la consecuencia secundaria de la redistribución aleatoria de los adjetivos a las oraciones. Este procedimiento se emplea aquí para controlar variables psicolingüísticas que son de gran importancia como la frecuencia de uso o concreción, con el que también se anula la plausibilidad y se mantiene en cero la probabilidad de cierre. Este procedimiento es usado con frecuencia en la literatura, puesto que provoca la aparición de una N400 estándar (p.e. Chwilla, Virgillito y Vissers, 2011). Sin embargo este proceso de aleatorización pudiera haber resultado en la asignación de una gran cantidad de palabras positivas a oraciones en las cuales podrían llegar a ser aceptables. Sin embargo, si este fuera el caso, se podría esperar entonces que aparecieran efectos similares en los índices de

clasificación de los adjetivos negativos y neutros (dado que estos proceden de oraciones en las cuales los adjetivos positivos eran aceptables originalmente), pero no fue así.

Creemos que estos datos pueden ser mejor explicados si tomamos en cuenta la propuesta de Isen (1987) que comentamos anteriormente, según la cual el procesamiento semántico de las palabras positivas se ve facilitado por las fuertes interconexiones de éstas en el sistema semántico. En el caso del presente experimento, este efecto puede haber sido desfavorable para nuestros resultados, puesto que habría habido una tendencia general de la respuesta hacia una clasificación de las oraciones con adjetivos positivos como correctas, incluso para el caso de oraciones semánticamente incongruentes. Estos resultados son consistentes con estudios anteriores en los que se reporta una disminución de tiempos de reacción para palabras emocionalmente positivas, particularmente en tareas de decisión semántica (p.e. Schacht y Sommer, 2009a). En este experimento, en el que la característica fundamental son las violaciones semánticas, este efecto facilitador parece afectar a los juicios de corrección de manera general, contrastando con lo que observamos en el primer experimento en el que se presentaban violaciones sintácticas. A la luz de estos datos podría decirse por tanto que la información emocional parece afectar los procesos de juicio semántico pero no los sintácticos, lo cual estaría en consonancia con el planteamiento de que la semántica tiene un carácter más heurístico, en contraste con la sintaxis (Townsend y Bever, 2001).

Por su parte, la N400, que surgió ante las violaciones semánticas, no se vio afectada por la presencia de información emocional convergente en la palabra que introducía la violación de la oración. Aunque aparecen ligeras diferencias en la topografía entre las valencias emocionales, estas no fueron apoyadas por la estadística. En este sentido encontramos reportes en la literatura que hablan a favor de que no son excepcionales las diferencias de topografía en la N400 (Kutas y Federmeier, 2011). De hecho se ha demostrado que diferentes topografías de la N400 son funcionalmente idénticas a la distribución centro-parietal estándar (Voss y Federmeier, 2011).

El efecto emocional de las palabras positivas, como puede observarse en la figura 11, es interesante y merece atención especial. Aunque aparece en una ventana de tiempo similar a la ventana descrita para la negatividad posterior temprana, este efecto no se asemeja al del EPN. De hecho, más bien parece ser un LPC. El LPC normalmente surge alrededor de los 500 ms, o más tarde, y perdura por unos cientos de milisegundos más (Citron, 2012; Schacht y Sommer, 2009a). Se ha reportado además, que el LPC surge tanto para palabras positivas como negativas, aun cuando difieren en amplitud (Kissler y cols., 2009). Sin embargo, el efecto que encontramos aquí apareció más temprano, estuvo relativamente más restringido en su curso temporal y surgió solamente para las palabras positivas. En nuestra opinión, una mejor interpretación para esta positividad sería que la misma representa una reducción general de la N400 para todos los adjetivos positivos, tanto correctos como incorrectos. En este sentido, Kutas y Federmeier (2011) plantean que todas las palabras con contenido, independientemente de su corrección, provocan la aparición de una N400 (ver también Baggio and Haggort, 2011). Nuestro resultado estaría en consonancia con estudios previos en los que se reporta una reducción de la N400 para palabras positivas (Herbert y cols., 2008). Estos resultados armonizarían bien con la propuesta de Isen (1987), expuesta anteriormente, acerca de la facilitación del procesamiento semántico de las palabras positivas (Palazova y cols., 2011), y están en línea también con los resultados conductuales de este experimento, discutidos antes.

6. Capítulo VI: Discusión General

El presente trabajo se planteó con el objetivo general de determinar si la valencia emocional de palabras inmersas en oraciones afectaba al procesamiento de las mismas en relación con la oración, tanto a nivel sintáctico como semántico; y en caso de que así fuera, determinar cómo las distintas valencias de estas palabras podrían afectar diferencialmente a su procesamiento sintáctico y semántico en relación con la oración. Para ello se registraron los PREs asociados a los adjetivos positivos, negativos y neutros inmersos en oraciones; dichos adjetivos podían ser correctos o violar la oración sintáctica (Experimento I) o semánticamente (Experimento II). Como se esperaba, el procesamiento de las incorrecciones sintácticas y semánticas provocó la aparición de los componentes LAN y P600 en el primer experimento, y N400 y P600 en el segundo experimento. Estos resultados concuerdan con los reportes previos de procesamiento de incorrecciones sintácticas (p.e. Friederici, 2002; Osterhout y Holcomb, 1992) y semánticas (p.e. Kutas y Hillyard, 1984; Martín-Loeches y col.s, 2006; Kuperberg, 2007), apoyando a su vez la validez del material experimental presentado.

De acuerdo con la hipótesis inicial, según la cual esperábamos encontrar que los adjetivos emocionales modularan el acceso léxico o la integración semántica de la palabra, dado que el contenido emocional forma parte de su contenido léxico-semántico, los resultados muestran que los adjetivos emocionales fueron procesados y categorizados diferencialmente tanto durante el procesamiento sintáctico como durante el semántico.

Una de nuestras hipótesis iniciales era que las emociones, tanto positivas como negativas, generarían un aumento de la dificultad del procesamiento, lo que se vería reflejado en un aumento de la amplitud de los componentes electrofisiológicos LAN, N400 y P600 con ambas emociones. Sin embargo, también se consideró que fuera posible encontrar efectos diferenciables de las emociones en función de la valencia, tanto en el procesamiento sintáctico como en el semántico. Los resultados obtenidos son coherentes con esta segunda hipótesis, encontrándose, por una parte, un incremento de la LAN para las palabras sintácticamente incorrectas con valencia negativa, a la vez que una disminución de

dicho componente con las palabras positivas. Por otra parte, la N400, que surgió ante las violaciones semánticas, no se vio afectada por la valencia emocional de las palabras incorrectas. Sin embargo, se observó una interesante positividad centro-parietal, la cual se interpretó como una reducción de la N400 para las palabras positivas, independientemente de su corrección. Los procesos lingüísticos posteriores que se reflejan en la P600 no se vieron afectados en ninguno de los dos experimentos.

Como se ha planteado anteriormente, el componente LAN refleja la incapacidad de asignar una palabra dada a la estructura de la oración que se presenta (Friederici, 2002). En línea con este planteamiento, el aumento de la LAN con los adjetivos emocionalmente negativos indica un incremento de la dificultad de procesamiento de los mismos. Al parecer, la información negativa de los adjetivos en este caso aumenta la asignación de recursos atencionales necesarios para el análisis. Este resultado coincide con estudios previos en los que se reporta que las palabras negativas desencadenan respuestas neurales más prominentes en comparación con las palabras positivas y neutras (Carretié y cols., 2008; Kanske y Kotz, 2007). Por ejemplo, Carretié y colaboradores (2008) reportan que palabras con un contenido negativo de alto *arousal* (insultos) capturan más rápidamente la atención de los sujetos e interfieren en su procesamiento cognitivo.

Por su parte, la disminución de la LAN con los adjetivos positivos estaría evidenciando un cambio de estrategia en su procesamiento sintáctico. Es cierto que podría asumirse que este resultado está en consonancia con la propuesta de Isen (1978), según la cual el material positivo está fuertemente conectado en el sistema semántico, facilitando su procesamiento. Sin embargo, si se adopta esta posición, se tendría que asumir que la información semántica facilita el procesamiento sintáctico, lo cual es difícil de aceptar para los modelos psicolingüísticos existentes. Una explicación alternativa podría partir de los modelos que defienden la corporeidad de la memoria semántica, según los cuales al menos algunos de los mecanismos cognitivos provocados por los estados emocionales positivos podrían haber sido iniciados por las palabras positivas. Es posible que las palabras positivas en un contexto oracional no inicien los procesos sintácticos reflejados por la LAN de la misma manera que lo hacen las palabras negativas o neutras, sino que en su caso se implemente el uso de otro tipo de

estrategias. Probablemente en la base de este cambio de estrategia esté el hecho de la sencillez de nuestras violaciones morfosintácticas. Es decir, el sufijo “s” indica por lo general, en el idioma español, el número plural, lo que le facilitaría a los sujetos la tarea de identificación de la incorrección en base a estrategias puramente visuales u ortográficas y no sintácticas. Este podría ser un caso de cambio de una estrategia algorítmica, identificada con el procesamiento sintáctico, a una más heurística, lo que parece consistente con la evidencia de que las emociones positivas incrementan la preferencia por este tipo de estrategias sobre las analíticas en la toma de decisiones (Isen y Mean, 1983). De hecho, la simplicidad de las violaciones morfosintácticas empleadas en el primer experimento, a diferencia de las violaciones semánticas del segundo experimento, pudiera explicar por qué el uso de estrategias más heurísticas no afectó a los datos conductuales.

El hecho de que la información emocional afectara de manera general al procesamiento sintáctico reflejado por la LAN es interesante en cuanto a cómo afecta a las teorías psicolingüísticas existentes. Como se mencionó en el primer capítulo de este trabajo, existe una teoría ampliamente aceptada en la que se plantea que el procesamiento sintáctico, particularmente en etapas tempranas, es encapsulado y no se ve afectado por otras operaciones cognitivas. Se considera, por otra parte, que la información sintáctica prevalece temporalmente y afecta a la información semántica, no al revés (Freiderici, 2002; 2004). Sin embargo, nuestros resultados no estarían de acuerdo con esta teoría. De hecho, constituirían una evidencia que se sumaría a la creciente corriente que se opone a esta dominante visión sintáctico-céntrica (ver el resumen de Purvermuller, Shtyrov y Hauk, 2009). Nuestros resultados estarían por tanto en línea con la sugerencia de que, bajo ciertas circunstancias, la información semántica parece prevalecer y modular el procesamiento sintáctico (p.e. Martín-Loeches y cols., 2006). La presentación de palabras emocionales en un contexto oracional pudiera ser una de estas circunstancias.

Por su parte, el componente N400, provocado por las violaciones semánticas durante el procesamiento de oraciones (experimento 2), aparentemente no se vio afectado con la valencia emocional de las palabras incorrectas. Este resultado es llamativo, puesto que se esperaba que fuera modulado por las emociones. Sin

embargo, resultan de gran interés otras modulaciones similares a una N400 que parecen surgir, como es el caso de la positividad que ha sido interpretada como una disminución de la N400 para las palabras positivas, independientemente de su corrección. De hecho, estas fluctuaciones parecerían coexistir con las modulaciones de la N400 oracional, sin influenciarlas significativamente o interactuar con ellas. En línea con esto, Kuperberg (2007) ha sugerido que la información semántica durante el procesamiento de la oración puede ser dividida en dos partes: por una parte, las relaciones semánticas basadas en la memoria asociativa y, por otra, las relaciones semántico-temáticas, que tiene implicaciones para la estructura de la oración en curso. Nuestros resultados podrían sumarse a estas sugerencias.

Aunque los efectos emocionales de las palabras no afectaron significativamente el procesamiento semántico en relación con la oración como tradicionalmente ha reflejado la N400 ante las violaciones, aquéllos podrían hacerlo en etapas posteriores de procesamiento. De hecho, esperábamos encontrar que la valencia emocional de los adjetivos afectara al índice de aciertos de las respuestas de los sujetos, dado que en estudios previos se ha reportado que el contenido emocional afecta a la ejecución de los sujetos (p.e. Schacht y Sommer, 2009a). Los resultados mostraron que las palabras positivas afectaron al índice de aciertos de los sujetos solamente en el segundo experimento (procesamiento semántico), donde fueron consideradas como aceptables más oraciones semánticamente incorrectas. Al parecer, la presencia de palabras positivas afectó al juicio de corrección semántica de la oración en la que estaban inmersas. Como se ha discutido anteriormente, este resultado probablemente sea consecuencia de una facilitación del procesamiento semántico para las palabras positivas (Isen, 1987), lo cual implicaría mayores índices de aceptación del material semánticamente incongruente, así como una aparente reducción de la N400 para las palabras positivas, tanto correctas como incorrectas. Esta explicación estaría en línea con nuestra interpretación de los resultados sintácticos, en el sentido de que podría ser que algunos de los mecanismos activados por los estados emocionales de más larga duración podrían ser también activados por las palabras positivas en nuestro experimento semántico. Como ya se ha dicho, las emociones positivas tienden a incrementar la preferencia por las estrategias heurísticas (Isen y Means, 1983), facilitando la flexibilidad cognitiva y reduciendo perseveraciones, en virtud de lo

cual los sujetos pueden cometer más errores (Dreisbach y Goschke, 2004; Wiswede y cols., 2009). Esto armonizaría con un aumento de errores en los datos conductuales como consecuencia de juzgar como plausibles algunas oraciones semánticamente anómalas, lo que sería una posible consecuencia de un incremento de la flexibilidad cognitiva.

Sin embargo, en el primer experimento (procesamiento sintáctico) el efecto emocional encontrado, reflejado en el incremento de la dificultad en el procesamiento sintáctico con la emoción negativa, o el uso de otras estrategias con la emoción positiva, no afectó a los datos conductuales. Entendemos que las diferencias encontradas entre ambos experimentos en relación con la influencia de la valencia emocional en las respuestas de los sujetos se deben a las diferencias en el tipo de procesamiento que se realiza en cada experimento. De esto se hablará más adelante. Por otra parte, el hecho de que no se encontraran efectos de la emoción sobre los tiempos de reacción, en ninguno de los dos experimentos, puede deberse a las características del procedimiento de estimulación y respuesta. Como se ha mencionado anteriormente (en el apartado 4.3.1 del Capítulo 4), el tiempo de reacción de los sujetos ante la palabra crítica no fue medido inmediatamente después de la presentación de la misma, sino que transcurría un tiempo antes de que los sujetos dieran su respuesta. Por lo tanto, se ha considerado que los tiempos de reacción no son un dato informativo para nuestro estudio, como confirmó la estadística.

Dado que durante el procesamiento de palabras con contenido emocional se ha reportado la aparición de componentes electrofisiológicos tempranos y posteriores, EPN y LPC, tradicionalmente relacionados con el procesamiento de la emoción del estímulo presentado, en el presente trabajo se esperaba encontrar la aparición de estos componentes para los adjetivos con valencias emocionales. Como muestran nuestros resultados, la modulación temprana de los PREs en función de la valencia emocional de la palabra crítica contrasta con la mayoría de estudios acerca de procesamiento de palabras con contenido emocional, ya sea cuando se han presentado en oraciones o aisladas (p.e. Bayer y cols., 2010; Schacht y Sommer, 2009). En este sentido, como se revisó en la parte introductoria, la EPN parece independiente de la valencia emocional. Nuestros efectos tempranos no están relacionados con un EPN, sino con el componente lingüístico LAN, como se ha

discutido anteriormente. En este estudio, el componente EPN, relacionado con el procesamiento de estímulos emocionales, está ausente. Sin embargo, no encontrar el componente EPN era una de las posibilidades planteadas en un inicio, dado que, como se ha reportado en estudios previos, el EPN no se ha encontrado cuando las palabras emocionales son presentadas en un contexto oracional (Bayer y cols., 2010; Holt y cols., 2009). Según Bayer y colaboradores, la ausencia de EPN podría estar dada por la presencia de un contexto semántico complejo, cuyo procesamiento requeriría recursos atencionales que competirían con la atención involuntaria captada por los estímulos emocionales, y por tanto habría una modulación en la contribución de la atención a las palabras emocionales. Nuestros resultados están en coherencia con esta interpretación.

Aunque en estudios previos no se encontró una EPN cuando la palabra emocional aparece en una oración, sí se ha reportado la aparición de un LPC en estas circunstancias. A diferencia de estos reportes, sin embargo, en el presente estudio no se encontró el componente LPC para ninguno de los dos experimentos. Existen diferencias importantes entre los estudios previos y el presente que podrían estar en la base de tales discrepancias. Por ejemplo, Bayer y colaboradores presentaron la palabra emocional (verbo) al final de la oración, mientras que aquí los adjetivos correctos e incorrectos se presentaron centrados dentro de la oración. A diferencia del estudio de Holt y colaboradores (2009), la tarea que debían realizar los sujetos para este estudio consistía en emitir un juicio acerca de la corrección de la oración, donde la palabra crítica contenía tanto la incorrección como la valencia emocional. Se ha reportado en la literatura que la tarea experimental determina importantes modulaciones del LPC, incluso su ausencia en palabras emocionales aisladas (Carretié, Iglesias, García y Ballesteros, 1996, Naumann, Maier, Diedrich, Becker y Bartussek, 1997, Schacht y Sommer, 2009a), lo que sugiere que este componente tiene gran sensibilidad a las manipulaciones experimentales.

De hecho, los efectos de la tarea parecen ser específicos incluso para los dos experimentos descritos en este trabajo, lo cual es muy interesante. Un resultado importante fue que el tipo de proceso oracional involucrado en cada experimento (semántico y sintáctico) pareció determinar la naturaleza del efecto principal de la valencia emocional de las palabras durante la comprensión de la oración. Estos efectos emocionales no sólo están relacionados con los procesos lingüísticos

involucrados en la comprensión de la oración discutidos antes, sino también con los efectos principales de la valencia independientemente de la corrección sintáctica o semántica de la palabra. Así, mientras que en la tarea semántica las palabras positivas, independientemente de su corrección, provocaron una reducción de la N400 centro-parietal, en la tarea sintáctica, en todo caso, podría observarse un LPC independientemente de la valencia y la corrección de las palabras, aunque no fue lo suficientemente fuerte como para alcanzar valores estadísticamente significativos. Estos datos son llamativos, sobre todo si se tiene en cuenta, por un lado, que las mismas entradas léxicas fueron empleadas como palabras críticas en ambos experimentos, a las que solamente se les intercambié el sufijo en el primer experimento para obtener las violaciones sintácticas. Por otra parte, el contexto oracional que precedió a estas palabras fue también el mismo para los dos experimentos.

En consecuencia, parece que el tipo de tarea predominante que realizan los sujetos determina el tipo de modulación de los PREs relacionados con la valencia emocional de adjetivos insertos en contextos oracionales. Se ha planteado que la valencia emocional forma parte de la información léxico-semántica de la palabras (Palazova y cols., 2011), lo que sería consistente con el hecho de que la tarea semántica haya sido capaz de generar modulaciones del componente N400 semántico como un efecto principal de la emoción. Sin embargo, este no fue el caso del experimento sintáctico, donde la tarea principal pertenecía a otro dominio. En concordancia con lo que plantean Holt y colaboradores (2009), los efectos de la tarea parecen ser críticos a la hora de explicar diferencias en la modulación de las fluctuaciones de los PREs con palabras con contenido emocional.

7. Capítulo VII: Conclusiones

En resumen, los resultados de este trabajo muestran que:

1. El procesamiento de las incorrecciones sintácticas y semánticas provocó la aparición de los componentes LAN y P600 en el primer experimento (procesamiento sintáctico), y N400 y P600 en el segundo experimento (procesamiento semántico), lo cual coincide con reportes previos existentes en la literatura y apoya la validez del material de estimulación utilizado.
2. La valencia emocional de las palabras es capaz de afectar significativamente al procesamiento estructural de la oración en la cual están insertas, afectando al dominio sintáctico, lo que se refleja en modulaciones significativas del componente LAN. El procesamiento semántico de las oraciones también se ve afectado por el contenido emocional de las palabras, aunque éste no interactuó con las operaciones semánticas relacionadas directamente con el procesamiento reflejado por la N400 oracional, sino que se vio reflejado en modulaciones similares a la N400 independientemente de la aceptabilidad de la oración, así como en los datos conductuales de los sujetos.
3. Las palabras con contenido emocionalmente negativo son capaces de entorpecer el análisis sintáctico, representado por un aumento en la amplitud de la LAN. Por su parte, la emoción positiva parece diluir la LAN, lo cual podría estar dado, probablemente, por el uso de estrategias de procesamiento heurísticas que serían desencadenadas por la emoción positiva. La valencia positiva de las palabras, a diferencias de las valencias negativa y neutra, también impacta el procesamiento semántico en latencias similares a la de la N400, provocando una disminución de la amplitud de la N400 tanto para las palabras correctas como incorrectas, lo cual parece ser el resultado de una facilitación del procesamiento semántico para las palabras con valencia emocional positiva.

4. Los efectos emocionales encontrados durante el procesamiento sintáctico no parecen afectar el índice de aciertos de los sujetos durante la realización de dicha tarea. Sin embargo, la emoción positiva sí pareció influir en el índice de aceptación de las oraciones en el segundo experimento (procesamiento semántico), lo cual parece estar reflejando una facilitación del procesamiento semántico para las palabras positivas, y/o un aumento de la flexibilidad cognitiva, y por tanto un aumento de los errores, como consecuencia del empleo de estrategias heurísticas desencadenadas por la emoción positiva de las palabras. Las diferencias entre ambos experimentos parecen ser consecuencia de las diferencias de procesamiento que se ponen en marcha en función de las circunstancias y demandas de la tarea.

Abstract

Introduction

It has been proposed that our cognitive system is designed to emit emotional responses every time we find something relevant in the environment. The ability to decide if a stimulus is either positive or negative represents a necessary defence mechanism, but also, it shows that our cognitive system (responsible for our acts of reasoning, decision making, etc.) is closely related to our emotional system. Nevertheless, studies into the interplay between cognitive processes and emotions only begun a few years ago.

In particular, the issue of the interplay between emotion and language has attracted the attention of scientists, since there are so many situations in which emotional language affects our performance. For instance, reading novels, articles or listening to messages, etc., impacts and changes our mood. In fact, we seek these kinds of experiences because of their emotional loads. As Fischler and Bradley (2006) said, the primary evolutionary purpose of the language is motivational, to influence the thoughts, feelings and therefore the actions of others in our group.

Human language

Human beings, unlike other species, can make use of an abstract symbols system to communicate the facts related to themselves and to their environment. In this sense, human language is a tool of thought, in its symbolic and representational function, and a tool of the human action and interaction, in its communicative and regulatory function (Igoa, Belinchón & Marulanda, 2012). It is infinitely flexible and universally present (Christiansen & Kirby, 2003).

It has been proposed that human language has three levels: phonological, semantic/conceptual and syntactic (i.e. Jackendoff, 2002; Friederici, 2001; Christiansen & Kirby, 2003; Fitch, 2005; Hauser et al., 2002). The phonological level refers to the production and perception of physical sounds, also called signs, which are used in a language (Schoenemann, 1999). The semantic level refers to the meaning that is attributed to the different patterns of these sounds, which are

called “words”. The sound of a word is linked to a meaning, which has a range of life experiences related to it. (Martín-Loeches, 2008).

The combination of words leads to a new meaning that is different from the meaning of each word individually. That combination of words is regulated by grammatical rules that allow us to understand the message being transmitted to us. These rules are called syntax or grammar, and they establish the form and meaning of the sentences and words (Martín-Loeches, 2007), this is the third level of the language. Fitch (2005) defined syntax or grammar as the generative system that allows the passing and production of hierarchical structures in language. Some authors take the point of view that the semantic system has evolved so much and it has become so complex that the syntax system was derived from it (Shoenemann, 1999). One of the characteristics of syntax is its recursion; it means that structures can be iteratively embedded in similar structures to generate progressively more complex structures (e.g. phrases within phrases) (Fitch, 2005). As Hauser, Chomsky & Fitch (2002) said, recursion is the characteristic that distinguishes us from other species.

In the present study we will focus on the last two levels mentioned above. That is, we will focus on the syntactic and semantic levels, during the sentence’s processing.

Interplay of semantic and syntax during the sentence processing. Serial vs. Interactive models.

The meaning of the single words and the syntactic structure of the sentence must be combined in order to achieve the whole comprehension of the utterance. There is an intense debate in psycholinguistic with respect to how exactly these constraints are implemented in the sentence processing machinery. On the one hand, modular models have proposed that initial syntactic analysis is autonomous and independent of semantic variables but it is affected by them at later stages; in contrast, semantic integration can be influenced by syntactic analysis from the very beginning of processing (Frazier, 1987). The different types of information act at different points in time, not starting a new stage until the previous one has been completed.

On the other hand, the opposed view is that syntactic and semantic constraints directly and simultaneously interact with each other at the message-level representation of the input (Marslen-Wilson & Tyler, 1987). According to this view, the comprehension of sentences is a one-stage process in which a sentence structure is generated dynamically in conjunction with other sources of information (like semantics) from the beginning of the processing (e.g. MacDonald et al., 1994).

In between these two extremes there are other proposed theories which differ in the degree of independence and prevalence given to the syntactic and semantic / conceptual information (e.g. Kim & Osterhout, 2005; Trueswell, Tannenhaus, & Garnsey, 1994). Overall, it is well accepted that the interplay between different information depends on the specific situation in which sentences are presented. That is, syntactic and semantic processing is thought to be two processing streams that are independent in some respects and interactive in others. For instance, it has been proposed that syntactic cues, when unambiguous, will control the initial combinatorial analysis of the linguistic input. However, when the sentences are ambiguous, semantic cues will control the comprehension of the sentences (Trueswell et al., 1994; Kim & Osterhout, 2005). Kim & Osterhout (2005) reported that under certain free-ambiguity syntax conditions, semantic information is “in control” of how words are combined during sentence processing.

Emotions:

Emotions have been considered to be action dispositions. It has been said that emotions evolved from reflexive, overt reactions to appetitive or aversive stimulation that served immediate survival functions (e.g., nurturance, sexual approach, fight, flight) (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997; Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001). This theory proposed that all emotional responses share three dimensions: valence, arousal and dominance. Valence ranges from attraction and pleasure to aversion and displeasure. The dimension of arousal ranges from calm to aroused. Finally, dominance is defined by the extremes strong/control/dominant and weak/controlled/submissive (Lang, 1995; Lang, Davis & Öhman, 2002).

In general, there is a tendency to support the theory that positive emotions elicit heuristics states that have an impact on cognitive processing (e.g. Bohner, Chaiken, & Hunyadi, 1994; Park & Banaji, 2000). On the contrary, those who are under negative emotional states seem more likely to be affected by the implications of the information presented in a given situation (e.g. Park & Banaji, 2000; Fredrickson & Branigan, 2005). Nevertheless, the results are heterogeneous. Other authors have suggested that emotions, both positive and negative, hamper cognitive processing due to the fact that more attentional resources have to be allocated to the processing of the emotion (Mackie & Worth, 1989; Seibert & Ellis, 1991).

Event-related potentials:

Event-related brain potentials (ERPs) are an advantageous technique to assess cognitive processes such as language and emotions. Because of its millisecond temporal resolution, ERPs can accurately measure when processing activities take place in the human brain. This technique is very useful to researchers as it is proven more cost effective than other neuroimaging techniques, such as functional magnetic resonance (fMR) or positron emission tomography (PET).

ERPs are voltage fluctuations that are associated in time with some physical or mental occurrence and can be recorded from the human scalp (Hillyard and Picton, 1987; Picton, 1992). These waveforms contain components that span a continuum between the exogenous potentials (determined by the physical characteristics of the stimulus) and the endogenous potentials (manifestations of information processing in the brain that may or may not be invoked by the eliciting event).

Different reliable ERP components have been shown to differentiate between the processing of syntactic and semantic information during sentence processing (Hagoort, 2003). Both, syntactic and semantic information are the main focal point of this study. When the manipulated variable belongs to the syntactic domain, the main findings are anterior negativities and posterior positivities. Anterior negativities have been typically labelled as LAN (left anterior negativity), appearing at about 250 to 550 ms, or ELAN (early LAN), appearing as early as between 100 and 200 ms. The LAN is usually elicited by grammatical anomalies, such as morphosyntactic

violations, and it shows a left anterior distribution, though it can be bilateral in certain cases (e.g., Hagoort, Wassenaar & Brown, 2003).

The positivity that appears later has been labelled P600; it has been traditionally related with syntactic processing (e.g., Osterhout and Holcomb, 1992). Some authors have proposed that P600 is elicited by structural mismatches that require a reanalyses (e.g., Osterhout & Holcomb, 1992), while others have proposed that it reflects a repair process of the sentence structure (Friederici, Hahne & Saddy, 2002). However, the P600 does not seem to be specific to syntactic processing since it has also been reported during semantic processing (Martín-Loeches, et al., 2006; Schacht, Martín-Loeches, Casado, Abdel-Rahman, Sel, Sommer, 2010).

On the other hand, when the semantic variable is manipulated, it mainly affects the N400 component. The N400 is a negative going ERP fluctuation that appears at about 200 to 600 ms, with a centre-parietal distribution (Kutas and Federmeier, 2011). For language experiments, N400 typically emerges when there is a semantic violation. It has been suggested that N400 indicates semantic integration processes of a word into a preceding context (Baggio & Hagoort, 2011; Osterhout & Holcomb, 1992).

Processing of word with emotional content

Emotional stimuli are processed in a prioritized way as they are thought to be a biological adaptation because emotionally intense stimuli usually represent things that, if encountered in the real world, would either threaten or promote one's wellbeing (Lang et al., 1997). Words with emotional content can elicit electrophysiological responses very similar to the responses elicited by emotional pictures (Fishler & Bradley, 2006). Emotional words often elicit at least two temporally and topographically dissociable ERP components: early posterior negativity (EPN) and late positive potential (LPP). Both components were initially related to the processing of emotional visual stimuli (e.g., Schupp, Hamm & Weike, 2003). The EPN component consists of a negative deflection at temporal-occipital sites that appear about 200 ms after emotionally positive and negative compared to neutral words (Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007, 2009; Schacht and Sommer, 2009a, 2009b). Due to its resemblance to ERP components elicited by

voluntary attention, it has been suggested that the EPN reflects reflex-like attention allocation caused by the high intrinsic relevance of emotional stimuli. EPN has been reported even in non-emotional relevant tasks, that is, where the subjects have not received any instruction in relation to the emotional content of the stimulus. Based on these results, EPN has been interpreted as reflecting selective processing, probably automatically, of the emotional words due to the emotional value of the stimuli (Kissler et al., 2007; Schupp, Stockburger, Codispoti, Junghofer, Weike y Hamm, 2007b). In contrast, it has been proposed EPN is not completely automatic but it consumes attentional resources (Schupp, Stockburger, Bublatzky, Junghofer, Weike & Hamm, 2007a).

The LPC component appears in the same time range of P300, and lasts for several hundred milliseconds. Similarly to EPN, it has been reported that LPC is elicited to high arousing emotional compared with neutral stimuli (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, Lang, 2000; Schupp, Cuthbert, Bradley, Cacioppo, Ito, Lang, 2000). Some authors have interpreted LPC amplitude is due to differences on the arousal levels of the stimuli (Cuthbert et al., 2000; Schupp et al., 2000, 2004a, 2004b) reflecting a sustained elaborate processing of the stimuli, presumably caused by their higher motivational significance. However, others have reported differences in LPC amplitude with different valence of the stimuli (Conroy & Polich, 2007; Delplanque et al., 2004; Yuan et al., 2007). These mixed results suggest a more complex modulation than mere variations of arousal (Bayer et al., 2010). In fact, the modulation of the LPC seems to depend on the experimental task that subjects are required to perform (see Fishler and Bradley, 2006 and Kissler et al., 2009 for discussion). Although there is no agreed position, it seems that there is a trend to find an LPC when subjects are required to judge the emotional content of the stimuli, while results are more heterogeneous when the subjects are required to perform another task.

In addition, language related ERPs have also been modulated with the emotions that can be previously induced or can be contained within the words. It has been reported that emotions modulate N400 amplitude (p.e. Federmeier et al., 2001; Fischler & Bradley, 2006; Herbert et al., 2008; see review of Kissler, Assadollahi & Herbert, 2006 for more examples). Positive words facilitate the semantic process compared to neutral ones (Herbert, et al., 2008). On the other hand, it has been

reported that the mood of the subject affects how they process linguistic stimuli. For instance, Federmeier & colleagues (2001) induced positive and negative emotional states to subjects in order to assess how the mood of the subject affected their semantic memory organization. The results show a reduced N400 when the end of sentences is unexpected and positive emotions had been induced. Other authors have studied how N400 is modulated when there is a contradiction between the emotional content of the words and the emotional state of the subject (Chung, Tucker, West, Potts et al., 1996; Kiefer, Schuch, Schenck, & Fiedler, 2007). It has been reported an enhanced N400 amplitude to the words containing an emotion that is incongruent to the subject's mood (Chung, et al., 1996). The authors suggest that mood impose an emotional restriction on the access to the significance of the word.

Although in a lesser number, we can also find reports about the impact of emotion on syntactic processing in scientific literature. Visser and colleagues (Vissers, Virgillito, Fitzgerald, Speckens et al., 2010) reported P600 modulation after using positive and negative videos to induce the mood on their subjects. P600 increased during positive conditions and decreased during negative conditions. Jiménez-Ortega and colleagues (Jiménez-Ortega, Martín-Loeches, Casado, Sel, Fondevila et al., 2012) reported an enhanced LAN to positive and negative emotions induced by paragraphs that had previously been read, compared to neutral ones. These results are significant since they contradict the traditional view of an encapsulated and algorithmic nature of syntax.

Emotional words inserted in sentences

The previous studies of emotional words by means of ERPs presented isolated words or pairs of words (p.e. Scott et al., 2009; Kanzke & Kotz, 2007; Hebert et al., 2006; Hebert, et al., 2008; Kissler et al., 2007; Fischler & Bradley, 2006). As far as we are aware, just a few studies have concentrated on the emotional words inserted in sentences (Bayer, Sommer, & Schacht, 2010; Holt, Lynn, & Kuperberg, 2009).

For instance, Bayer and colleagues (2010) presented negative and neutral verbs to the subjects, who were required to perform a semantic decision task. Results

showed that negative, high arousal verbs elicited an LPC component, compared to neutral, low arousal verbs. However, they did not find the early effect of emotion that is reflected in the EPN component. It would appear EPN vanishes when emotional words are embedded in sentences. This result could be an indication that sentence processing and the emotional content of words may interact, and this would occur during the time window at which the EPN usually emerges. On the other hand, they obtained an LPC higher for negative, high arousal words compared to neutral, low arousal ones. This result suggests that the appearance of the typical emotion effect in the LPC does indeed require a combination of both extreme valence and high arousal. In the opinion of the authors, higher amplitude of the LPC for emotional stimuli suggests a sustained perceptive analysis for relevant stimuli.

Similarly, Holt and colleagues also fail to find the EPN, but they do find the LPC component with negative compared to positive and neutral words. In the opinion of the authors, this result shows that the brain makes a re-evaluation of the neutral context when it encounters an emotionally meaningful stimulus, leading to an alternative and possibly more accurate interpretation of the input (Holt et al., 2009). In the same study, a small N400 appeared to both positive and negative words, which reflects that the comprehension of emotional meaning of words requires an initial semantic analysis that is relatively more engaged for emotional than for non-emotional words.

Objectives:

Most of the studies discussed above address the interplay between language and emotion through the study of isolated words or pairs of words. But none have studied the effect of the emotional content of the words in the structural processing of sentences. With the aim of filling this gap in the literature, we have investigated whether and how the emotional valence of words within sentences affects syntactic and semantic processes of sentence comprehension.

In order to pursue this objective, the study will be organized according to the following objectives:

1. To analyse the ERPs components linked to the syntactically incorrect sentences (Experiment I) and semantically incorrect ones (Experiment II).
2. To investigate if the emotional valence of the adjectives impacts its processing within the sentence, affecting the temporal course of the ERPs.
3. To investigate if different valence of the adjectives affects the processing of the adjectives within the sentence in the same manner.
4. To assess reaction times and hit rates of the subjects during their performance.

Results:

Two experiments were designed in order to pursue these objectives. In the first one we assessed how adjectives of positive, negative or neutral valence, that could be either syntactically correct or incorrect, modulate the ERP components elicited by the syntactic anomalies (LAN, P600). Syntactic anomalies were introduced by violating the singular/plural agreement between the adjective and its noun. As a result, we found that morphosyntactic violations generated a LAN that was higher for negatives adjectives and it was absent for positive ones, both compared with neutral adjectives. The modulation of the LAN with the emotional content in the adjectives contradicts the traditional vision of syntax as an encapsulated system largely unaffected by other cognitive processes. In this experiment, negative adjectives seem to demand attentional resources, leading to larger processing costs for the morphosyntactic violation, which is reflected in LAN increase. Our result could be in accordance with the “negativity bias” reported in previous studies with facial expression or emotional pictures, by which negative information is processed in a preference way and it consumes more resources than positive or neutral information, probably due to the survival value of negative information (Carretié et al., 2009).

On the other hand, positive adjectives seem to facilitate the syntactic analysis reflected in the LAN. As proposed by Isen (1987), positive material is more strongly

interconnected in the semantic system, to the point that positive words would even compose a separate semantic category. As an alternative explanation, our result seems to be compatible with previous studies reporting that positive emotional states increase the use of heuristic strategies, less computationally demanding than algorithmic strategies (e.g., Blanchette & Richards, 2010). Regarding the later processes, no modulations of P600 component were found.

In the second experiment, we presented sentences very similar to those used in the first study, but positive, negative, or neutral adjectives could either be semantically correct or anomalous given the corresponding noun in order to assess how the emotional valence of adjectives modulate the ERP components elicited by semantic anomalies (N400, P600). As a result, the N400 component to semantic violation was not noticeably affected by emotional valence of the adjectives. However, positive adjectives, irrespective of their sentential correctness, seemed to elicit a positivity that was interpreted as an overall reduction of the N400 to all positive adjectives. In addition, positive adjectives appeared to affect the judgments of semantic correctness of the sentences given by the subjects. Again, this result seems to reflect a facilitated semantic processing of positive words due to their strong inter-connections in the semantic system (Isen, 1987). In the present study, this effect would have a detrimental effect on performance, biasing responses towards “correct” classifications even for semantically incongruent sentences. In agreement with our results, previous studies have shown reduced error rates and reaction times to emotionally positive words, particularly in semantic decision tasks (e.g. Schacht & Sommer, 2009). Finally, and similarly to the previous experiment, subsequent linguistic processes, as reflected in the P600, were unaffected in this second study.

Conclusions:

In general, our results show that:

1. The processing of syntactic and semantic violation elicited a LAN and a P600 component in the first experiment (syntactic processing) and an N400 and a P600 in the second experiment (semantic experiment), which coincides with previous reports and supports the validity of the stimuli presented here.

2. Emotional words seem to significantly impact the structural processing of the sentence in which they are embedded. This occurs in the syntactic processing, reflected by the LAN modulation. The emotion content in the words also seems to affect the semantic processing, however it did not interact with semantic operations related to sentence processing reflected in the N400, but seems to elicit an N400-like component modulation, irrespective of the correctness of the sentences. Nevertheless, they seemed to influence the acceptance rates of semantically anomalous sentences.
3. Emotionally negative words seem to hamper the syntactic analysis, which is reflected in a LAN enhancement. On the other hand, emotionally positive words appeared to dilute the LAN, probably due to the use of heuristic processing strategies that might be triggered by the positive emotion. Positive valence of the words, in contrast to negative and neutral ones, also seems to affect the semantic processing on latencies similar to the N400 time window, leading to an N400 decrease for the adjectives irrespective of its correctness. This result might be the consequence of the facilitation of the semantic processing for positive words.
4. The emotional effects found during syntactic processing do not appear to affect subject's hit rates during their performance. However, positive emotion seemed to impact the acceptance rates of semantically anomalous sentences (second experiment), which seems to indicate facilitation in semantic processing for positive words, and/or an enhancement of the cognitive flexibility and more error rates as a consequence of using heuristic strategies triggered by the positive emotion of the words. The differences between both experiments might be due to the different processing that takes place according to the circumstances and demands of the task.

Referencias bibliográficas

- Anderson AK, Phelps EA. (2001). Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411, 305–9.
- Anderson, A. K. (2005). Affective influences on the attentional dynamics supporting awareness. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 258–281.
- Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106, 529–550.
- Ashby, F. G., Valentin, V. V. y Turken A. U. (2002). The effects of positive affect and arousal on working memory and executive attention. In S. Moore & M. Oaksford (Eds.), *Emotional Cognition: From Brain to Behaviour* (pp. 245–287).
- Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working? *American Psychologist*, 56, 851–864.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189–208.
- Baggio, Giosuè and Hagoort, Peter. (2011). The balance between memory and unification in semantics: A dynamic account of the N400, *Language and Cognitive Processes*. DOI: 10.1080/01690965.2010.542671.
- Bayer, M., Sommer, W., y Schacht, A. (2012). P1 and beyond: Functional separation of multiple emotion effects in word recognition. *Psychophysiology*, 49, 959–969.
- Bayer, M., Sommer, W., y Schacht, A. (2012). P1 and beyond: Functional separation of multiple emotion effects in word recognition. *Psychophysiology*, 49, 959–969.
- Bentin, S., Kutas, M., y Hillyard, S.A. (1995). Semantic processing and memory for attended and unattended words in dichotic listening: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 54–67.
- Bernat, E., Bunce, S., Shevrin, H. (2001). Event-related brain potentials differentiate positive and negative mood adjectives during both supraliminal and subliminal visual processing. *International Journal of Psychophysiology* 42 (1), 11–34.
- Berwick, R.C., Friederici, A.D., Chomsky, N., y Bolhuis, J.J. (2013). Evolution, brain, and the nature of language. *Trends in Cognitive Sciences*, 17 (2), 89–98.

- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19, 2767–2796.
- Blanchette, I. y Richards, A. (2010): The influence of affect on higher level cognition: A review of research on interpretation, judgement, decision making and reasoning, *Cognition & Emotion*, 24:4, 561-595.
- Bocanegra, B. R. y Zeelenberg, R. (2012). Emotion potentiates response activation and inhibition in masked priming. *Frontiers in Psychology*, 6. doi: 10.3389/fnint.2012.00109
- Böhner, G., Chaiken, S., & Hunyadi, P. (1994). The role of mood and message ambiguity in the interplay of heuristic and systematic processing. *European Journal of Social Psychology*, 24, 207–221.
- Bolte, A., Goschke, T., & Kuhl, J. (2003). Emotion and intuition: Effects of positive mood and negative mood on implicit judgments of semantic coherence. *Psychological Science*, 14, 416–421.
- Bosch-Bayard, J., Valdés-Sosa, P., Virues-Alba, T., Aubert-Vázquez, E., John, E.R., Harmony, T., Riera-Díaz, J., y Trujillo-Barreto, N. (2001). 3D statistical parametric mapping of EEG source spectra by means of variable resolution electromagnetic tomography (VARETA). *Clinical Electroencephalography*, 32, 47-61.
- Brosch, T., Pourtois, G. y Sander, D. (2010). The perception and categorisation of emotional stimuli: A review. *Cognition & Emotion*, 24(3), 377 – 400.
- Caplan, D., & Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral Brain Sciences*, 22, 114–126.
- Carretié, L., Albert, J., López-Martín, S., & Tapia, M. (2009). Negative brain: An integrative review on the neural processes activated by unpleasant stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 71, 57–63.
- Carretié, L. (2001). Psicofisiología. Pirámide ed.
- Carretié, L., Hinojosa, J. A., Mercado, F., y Tapia, M. (2005). Cortical response to subjectively unconscious danger. *NeuroImage*, 24: 615– 623.
- Carretié, L., Hinojosa, J. A., Albert, J., López-Martín, S., de la Gándara, B. S., Igoa, J. M. y Sotillo, M. (2008). Modulation of ongoing cognitive processes by emotionally intense words. *Psychophysiology*, 45, 188–196.
- Carretié, L., Mercado, F., Tapia, M., Hinojosa, J.A. (2001). Emotion, attention and “negativity bias”, studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 41: 75-85.

- Cato MA, Crosson B, Gokcay D, Soltysik D, Wierenga C, Gopinath K, et al. (2004). Processing words with emotional connotation: an fMRI study of time course and laterality in rostral frontal and retrosplenial cortices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16: 167-177.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, Mass.: MIT Press
- Christiansen M. and Kirby S. (2003). *Language Evolution*. Oxford University Press, Oxford.
- Christiansen, M. H., Conway, C. M. & Onnis, L. (2012). Similar neural correlates for language and sequential learning: Evidence from event-related brain potentials. *Language and Cognitive Processes*, 27 (2) 231-256.
- Chung G, Tucker DM, West P, Potts GF, Liotti M, Luu P, Hartry AL. 1996. Emotional expectancy: brain electrical activity associated with an emotional bias in interpreting life events. *Psychophysiology*, 33:218-233.
- Chwilla, D. J., Virgillito, D., & Vissers, C. T. (2011). The relationship of language and emotion: N400 support for an embodied view of language comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 2400–2414.
- Chwilla, D.J., Brown, C.M., y Hagoort, P., (1995). The N400 as a function of the level of processing. *Psychophysiology*, 32, 274-285.
- Citron, F. M. M. (2012). Neural correlates of written emotion word processing: A review of recent electrophysiological and hemodynamic neuroimaging studies. *Brain and Language*, 122, 211–226.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehericy, S., Dehaene-Lambertz, G., Henaff, N. A. y 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.
- Coles, M.G.H. & Rugg, M.D. (1995). *Electrophysiology of mind. Event-related brain potentials: an introduction*. (27-39).
- Conroy, M.A., Polich, J., (2007). Affective valence and P300 when stimulus arousal level is controlled. *Cognition and Emotion*. 21, 891–901.
- Coulson, S., King, J. W. & Kutas, M. (1998). Expect the unexpected: Event-related brain response to morphosyntactic violations. *Language and Cognitive Processes*, 13, 21–58.
- Cuetos, F. y Domínguez, A. (2012). Lectura. En F. Cuetos (Ed.), *Neurociencia del Lenguaje. Bases neurológicas e implicaciones clínicas* (pp. 137-151). Editorial Médica Panamericana.

- Cuthbert, B.N., Schupp, H.T., Bradley, M.M., Birbaumer, N., Lang, P.J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95–111.
- Delplanque, S., Lavoie, M.E., Hot, P., Silvert, L., Sequeira, H., (2004). Modulation of cognitive processing by emotional valence studied through event-related potentials in humans. *Neuroscience Letter*, 356 (1), 1–4.
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., Rigoulot, S., Sequeira, H., (2006). Arousal and valence effects on event-related P3a and P3b during emotional categorization. *Int. J. Psychophysiology*, 60 (3), 315–322.
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., Sequeira, H., (2005). Event-related P3a and P3b in response to unpredictable emotional stimuli. *Biological Psychology*, 68 (2), 107–120.
- DeSteno, D., Gross, J. J. y Kubzansky, L. (2013). Affective science and health: The importance of emotion and emotion regulation. *Health Psychology*, 32(5), 474-486. doi: 10.1037/a0030259.
- Dolcos, F., LaBar, K. S. & Cabeza, R. (2004). Interaction between the amygdala and the medial temporal lobe memory system predicts better memory for emotional events. *Neuron* 42, 855–863.
- Dreisbach, G., & Goschke, T. (2004). How positive affect modulates cognitive control: Reduced perseveration at the cost of increased distractibility. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 343–353.
- Ekman, P. (1999). Basic emotions. En T. Dalgleish & M. Power (Eds.). *Handbook of cognition and emotion*. Sussex, UK: John Wiley and Sons, Ltd.
- Elliott, R., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2000). Dissociable functions in the medial and lateral orbitofrontal cortex: Evidence from human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 10, 308–317.
- Federmeier, K. D., Kirson, D. A., Moreno, E.M., & Kutas, M. (2001). Effects of transient, mild mood states on semantic memory organization and use: An event-related potential investigation in humans. *Neuroscience Letters*, 305, 149–152.
- Ferreira, F y Clifton, C. (1986). The independence of syntactic processing. *Journal of memory and Language*, 25, 348-368.
- Fiebach CJ, Schlesewsky M, and Friederici AD. (2002). Separating syntactic memory costs and syntactic integration costs during parsing: The processing of German WH-questions. *Journal of Memory and Language*, 47(2): 250e272.

- Fiebach, C.J., Schlesewsky, M., Lohmann, G., von Cramon, D.Y., Friederici, A.D., (2005). Revisiting the role of Broca's area in sentence processing: syntactic integration versus syntactic working memory. *Human Brain Mapping*, 24, 79-91.
- Fischler, I., & Bradley, M. M. (2006). Event-related potential studies of language and emotion: Words, phrases, and task effects. *Progress in Brain Research*, 156, 185–203.
- Fitch, W. T. (2005). The evolution of language: a comparative review. *Biology and Philosophy*, 20, 193–230. DOI 10.1007/s10539-005-5597-1.
- Fitch, W.T. (2008). The Origin and Diversification of Language. *American Anthropologist*, 101, 864-865.
- Fodor, J. A. (1983). *The Modularity of Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fraizer, L. and Rayner, K. (1982). Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology*, 14, 178-210.
- Frazier, L. (1987). Sentence processing: A tutorial review. En M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII* (pp. 559–585). London: Erlbaum.
- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition and Emotion*, 19, 313–332.
- Friederici, A. D, Meyer, M., & von Cramon, D. Y. (2000). Auditory language comprehension: An event-related fMRI study on the processing of syntactic and lexical information. *Brain and Language*, 74, 289–300.
- Friederici, A. D. (2001). Syntactic, Prosodic, and Semantic Processes in the Brain: Evidence from Event-Related Neuroimaging. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30, 3: 237-250.
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 6 (2), 78-84.
- Friederici, A. D. (2004). The neural basis of syntactic processes. In: G. Zybatow (Ed.), *The cognitive neurosciences III* (pp.789–801). Cambridge, MA: MIT Press.
- Friederici, A. D. and Weissenborn, J. (2007). Mapping sentence form onto meaning: The syntax–semantic interface. *Brain Research*, 1146, 50–58.
- Friederici, A.D., & Mecklinger, A. (1996). Syntactic parsing as revealed by brain responses: First-pass and second-pass parsing processes. *Journal of Psycholinguistic Research*, 25, 157–176.
- Gaskell, M. G., & Marslen-Wilson, W. D. (2002). Representation and competition in the perception of spoken words. *Cognitive Psychology*, 45(2), 220–266.

- Glenberg, A. M., Havas, D. A., Becker, R., & Rinck, M. (2005). Grounding language in bodily states: The case for emotion. In: R. Zwaan, & D. Pecher (Eds.), *The grounding of cognition: The role of perception and action in memory, language, and thinking* (pp. 115–128). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gray, J. R., Braver, T. S. & Raichle, M. E. (2002). Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 4115–4120.
- Gross, M., Say, T., Kleingers, M., Clahsen, H., & Münte, T. F. (1998). Human brain potentials to violations in morphologically complex Italian words. *Neuroscience Letters*, 241, 83–86.
- Gunter, T. C., Friederici, A. D., & Schriefers, H. (2000). Syntactic gender and semantic expectancy: ERPs reveal early autonomy and late interaction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 556–568.
- Hagoort, P. (2003). Interplay between Syntax and Semantics Turing Sentence Comprehension: ERP Effects of Combining Syntactic and Semantic Violations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 883-899.
- Hagoort, P., Brown, C. y Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, 8, 439-484.
- Hagoort, P., Wassenaar, M. & Brown, C. M. 2003 Syntax related ERP-effects in Dutch. *Cognitive and Brain Research*, 16, 38–50. (doi:10.1016/S0926-6410(02)00208-2).
- Hauser, M.D., Chomsky, N., y Fitch, W.T. (2002). The faculty of language: what is it, who has it, and how did it evolve?. *Science*, 298, 1569-1579.
- Herbert, C. Junghofer, M., & Kissler, J. (2008). Event related potentials to emotional adjectives during reading. *Psychophysiology*, 45, 487-498.
- Hofmann, M. J., Kuchinke, L., Tamm, S., Vo, M. L.-H., & Jacobs, A. M. (2009). Affective processing within 1/10th of a second: High arousal is necessary for early facilitative processing of negative but not positive words. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 9(4), 389–397.
- Holmes, M., Stowe, L. y Cupples, L. (1989). Lexical expectation in parsing complement-verb sentences. *Journal of Memory and Language*, 28, 668-689.
- Holt, D. J., Lynn, S.K., Kuperberg, G. R. (2009). Neurophysiological correlates of comprehending emotional meaning in context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(11), 2245-62.
- Hurford, J. The language mosaic and its evolution. In *Language evolution*, M. H. Christiansen and S. Kirby, eds. New York, NY: Oxford University Press, 94–110.

- Igoa, J. M., Belinchón, M., Marulanda, E. (2012). Pragmática. En. F. Cuetos (Ed.), *Neurociencia del Lenguaje. Bases neurológicas e implicaciones clínicas* (pp. 112-135). Editorial Médica Panamericana.
- Isen, A. M. (1987). Positive affect, cognitive processes, and social behavior. *Advances in Experimental Social Psychology*, 20, 203–253.
- Isen, A.M., & Means, B. (1983). The influence of positive affect on decision-making strategies. *Social Cognition*, 2, 18–31.
- Ito, T.A., Larsen, J.T., Smith, N.K., Cacioppo, J.T., (1998). Negative information weighs more heavily on the brain: the negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75 (4), 887–900.
- Jackendoff, R. (2002). *Foundations of language: brain, meaning, grammar, evolution*. New York: Oxford University Press.
- Jackendoff, R. (2007). A parallel architecture perspective on language processing. *Brain Research*, 1146, 2–22.
- Jasper, H.H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jiménez-Ortega, L., Martín-Loeches, M., Casado, P., Sel, A., Fondevila, F., Herreros de Tejada, P., Schacht, A., Somme, W. (2012). How the Emotional Content of Discourse Affects Language Comprehension. *PLoS ONE* 7(3): e33718. doi:10.1371/journal.pone.0033711.
- Just, M. A., Carpenter, P. A., Keller, T. A., Eddy, W. F., & Thulbom, K. R. (1996). Brain activation modulated by sentence comprehension. *Science*, 274, 114–116.
- Keltner, D., & Gross, J. J. (1999). Functional accounts of emotion. *Cognition and Emotion*, 13, 467–480.
- Kim, A., & Osterhout, L. (2005). The independence of combinatory semantic processing: Evidence from event-related potentials. *Journal of Memory and Language*, 52, 205–225.
- Kissler, J., Assadollahi, R., y Herbert, C. (2006). Emotional and semantic networks in visual word processing: insights from ERP studies. *Progress in Brain Research*, 156, 147-183.
- Kissler, J., Herbert, C., Peyk, P., & Junghofer, M. (2007). Buzzwords: early cortical responses to emotional words during reading. *Psychological Science*, 18, 475-480.
- Kissler, J., Herbert, C., Winkler, I., and Junghofer, M. (2009). Emotion and attention in visual word processing-An ERP study. *Biological Psychology*, 80, 75-83.
- Kluender, R., & Kutas, M. (1993a). Bridging the gap: Evidence from ERPs on the processing of unbounded dependencies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 196–214.

- Kluender, R., & Kutas, M. (1993b). Subjacency as a processing phenomenon. *Language and Cognitive Processes*, 8, 573–633.
- Kolk, H., & Chwilla, D. (2007). Late positivities in unusual situations. *Brain and Language*, 100, 257–261.
- Kuchinke, L., Jacobs, A.M., Grubich, C., Vo, M.L.H., Conrad, M. y Herrmann, M. (2005). Incidental effects of emotional valence in single word processing: An fMRI study. *NeuroImage*, 28, 1022 – 1032.
- Kuperberg, G. R. (2007). Neural mechanisms of language comprehension: Challenges to syntax. *Brain Research*, 1146, 23–49.
- Kuperberg, G.R., Sitnikova, T., Caplan, D., Holcomb, P.J., 2003. Electrophysiological distinctions in processing conceptual relationships within simple sentences. *Cognitive and Brain Research*. 17, 117–129.
- Kutas, M. & Federmeier, K.D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(12), 463-470.
- 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, 621–647.
- Kutas, M., & Hillyard, S.A. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205.
- Kutas, M., & Hillyard, S.A. (1984). Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, 307(5947), 161-163.
- LaBar, K. S. y Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(1), 54-64.
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe: studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 372-385.
- Lang, P. J., Davis, M., y Öhman, A. (2002). Fear and anxiety: Animal models and human cognitive psychophysiology. En L. Bäckman y C. von Hofsten (Eds.) *Psychology at the turn of the millennium* (vol. 1, pp. 377-411). Hove: Taylor & Francis.
- Lang, P.J., Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. (1997). Motivated Attention: Affect, Activation, and Action. In: Lang, P.J., Simons, R.F., Balaban, M.T. (Eds.), *Attention and orienting: Sensory and motivational processes*. Erlbaum, Hillsdale.
- MacDonald, M. C., Maryellen, C., Pearlmutter, N. J., y Seidenberg, M. S. (1994). Lexical nature of syntactic ambiguity resolution. *Psychological Review*, 101, 676-703.

- MacDonald, M.C. y Christiansen, M.H. (2002). Reassessing working memory: Comment on Just and Carpenter (1992) and Waters and Caplan (1996). *Psychological Review* 109, 35-54.
- Mackie, D. M., & Worth, L. T. (1989). Cognitive deficits and the mediation of positive affect in persuasion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 27–40.
- Maddock, R. J. (1999). The retrosplenial cortex and emotion: New insights from de functional neuroimagen of the human brain. *Trends in Neuroscience*, 22: 310-316.
- Marslen-Wilson, W.D. y Tyler, L.K. (1987). Against modularity. En J. L. Gareld (Ed.), *Modularity in knowledge representation and natural-language understanding*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Martín-Loeches, (2007). The gate for reading: Reflections on the recognition potential. *Brain Research Reviews*, 53, 89–97.
- Martín-Loeches, M. (2010). Uses and Abuses of the Enhanced-Working-Memory Hypothesis in Explaining Modern Thinking. *Current Anthropology*, 51(S1).
- Martín-Loeches, M. (2012). Sintaxis. En. F. Cuetos (Ed.), *Neurociencia del Lenguaje. Bases neurológicas e implicaciones clínicas* (pp. 77-91). Editorial Médica Panamericana.
- Martín-Loeches, M. La mente del Homo Sapiens. El cerebro y la evolución humana. Ed. Aguilar 2008.
- Martín-Loeches, M., Muñoz, F., Casado, P., Melcón, A., Fernández Frías, C. (2005). Are the anterior negativities to grammatical violations indexing working memory? *Psychophysiology*, 42, 508-519.
- Martín-Loeches, M., Nigbur, R., Casado, P., Hohlfeld, A., & Sommer, W. (2006). Semantics prevalence over syntax during sentence processing: A brain potential study of noun-adjective agreement in Spanish. *Brain Research*, 1093, 178–189.
- Martín-Loeches, M., Schacht, A., Casado, P., Hohlfeld, A., Rahman, R. A. y Sommer, W. (2008). Rules and heuristics during sentence comprehension: evidence from a dual-task brain potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 1365-1379.
- Martín-Loeches, M., Sel, A., Casado, P., Jiménez, L., y Castellanos, L. (2009). Encouraging Expressions Affect the Brain and Alter Visual Attention. *PLoS ONE* 4(6): e5920. doi:10.1371/journal.pone.0005920.
- Meyer, M., Friederici, A. D., & von Cramon, D. Y. (2000). Neurocognition of auditory sentence comprehension: Event-related fMRI reveals sensitivity to syntactic violations and task demands. *Cognitive Brain Research*, 9, 19–33.

- Miendlarzewska, E. A., Van Elswijk, G., Cannistraci C. V. y van Ee, R. (2013). Working memory load attenuates emotional enhancement in recognition memory. *Frontiers in Psychology*, 4 (112) doi=10.3389/fpsyg.2013.00112.
- Mitchell, R.L.C. y Phillips, L.H. (2007). The psychological, neurochemical and functional neuroanatomical mediators of the effects of positive and negative mood on executive functions. *Neuropsychologia*, 45, 617-629.
- Molinaro, N., Barber, H.A. Y Carreiras, M. (2011). Grammatical agreement processing in reading: ERP findings and future directions. *Cortex* 47, 908-930.
- Naumann, E., Bartussek, D., Diedrich, O. D., Laufer, M. E., (1992). Assessing cognitive and affective information processing functions of the brain by means of the late positive complex of the event-related potential. *Journal of Psychophysiology*, 6, 285–298.
- Neville, H., J., Mills, D., L. y Lawson, D., L. (1992). Fractionating language: different neural subsystems with different sensitive periods. *Cortex*, 2: 244-258.
- Northoff, G., Richter, A., Gessner, M., Schlagenhaut, F., Fell, J., Baumgart, F., Kaulisch, T., Kftter, R., Stephan, K.E., Leschinger, A., Hagner, T., Bargel, B., Witzel, T., Hinrichs, H., Bogerts, B., Scheich, H., Heinze, H.J. (2000). Functional dissociation between medial and lateral prefrontal cortical spatiotemporal activation in negative and positive emotions: a combined fMRI/MEG study. *Cereb. Cortex*, 10, 93–107.
- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001a). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 466-478.
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001b). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 381-396.
- Ortigue, S., Michel, C.M., Murray, M.M., Mohr, C., Carbonnel, S., Landis, T. (2004). Electrical neuroimaging reveals early generator modulation to emotional words. *Neuroimage*, 21 (4), 1242–1251.
- Osterhout, L. & Holcomb, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31, 785-806.
- Palazova, M., Mantwill, K., Sommer, W., & Schacht, A. (2011). Are effects of emotion in single words non-lexical? Evidence from event-related brain potentials. *Neuropsychologia*, 49, 2766–2775.
- Palazova, M., Sommer, W., Schacht, A. (2013). Interplay of emotional valence and concreteness in word processing: An event-related potential study with verbs. *Brain & Language*, 125, 264–271.

- Park, J., & Banaji, M. R. (2000). Mood and heuristics: The influence of happy and sad states on sensitivity and bias in stereotyping. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78, 1005–1023.
- Pascual-Marqui, R.D. (1999). Review of methods for solving the EEG inverse problem. *International Journal of Bioelectromagnetism*, 1, 75-86.
- Penolazzi, B., Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2007). Early semantic context integration and lexical access as revealed by event-related brain potentials. *Biological Psychology*, 74(3), 374–388.
- Perlstein, W. M., Elbert, T. & Stenger, V. A. (2002). Dissociation in human prefrontal cortex of affective influences on working memory-related activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 1736–1741.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 148-158.
- Phelps EA (2006) Emotion and cognition: Insights from studies of the human amygdala. *Annual Review of Psychology*, 57: 27–53.
- Picton, T.W. (1992). The P300 wave of the human event-related potential. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 9, 456-479.
- Picton, T.W., Bentin, S., Berg, S., Donchin, E., Hillyard, S.A., Johnson Jr, R., Miller, G.A., Ritter, W., Ruchkin, D.S., Rugg, M.D., y Taylor, M.J. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*, 37, 127-152.
- Pinker, S., and P. Bloom. 1990. Natural language and natural selection. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 707–784.
- Potts, G. F., & Tucker, D. M. (2001). Frontal evaluation and posterior representation in target detection. *Cognitive Brain Research*, 11, 147-156.
- Pourtois, G., Grandjean, D., Sander, S., y Vuilleumier, P. 2004. Electrophysiological Correlates of Rapid Spatial Orienting Towards Fearful Faces. *Cerebral Cortex*, 14:619–633.
- Pulvermüller, F., Shtyrov, Y., & Hauk, O. (2009). Understanding in an instant: Neurophysiological evidence for mechanistic language circuits in the human brain. *Brain and Language*, 110, 81–94.
- Rolls, E., T. (2005). What are emotions, why do we have emotions, and what is their computational basis in the brain? En: Who Needs Emotions? : The Brain Meets the Robot: The Brain Meets the Robot. Oxford University Press, 2005

- Rolls, E.T., (1999). *The Brain and Emotion*. Oxford University Press, Oxford
- Rolls, E. T. (2004). The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and Cognition*, 55(1), 11–29.
- Rugg, M., D. y Coles, M., G., H. (1995). *Electrophysiology of mind. Event- related potentials and cognition*. Oxford University Press.
- Rugg, M.D. (1999). *Functional neuroimaging in cognitive neurosciences. The neurocognition of Language (273-316)*. New York: Oxford University Press.
- Schacht, A., Sommer, W., (2009a). Time course and task dependence of emotion effects in word processing. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 9, 28–43.
- Schacht, A., Sommer, W., (2009b). Emotions in word and face processing: early and late cortical responses. *Brain and Cognition*, 69, 538–550.
- Scherg, M. y Berg, P. (1996). New concepts of brain source imaging and localization. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 46, 127-137 (Suppl.).
- Scherg, M. y Berg, P. (1996). New concepts of brain source imaging and localization. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 46, 127-137 (Suppl.).
- Schoenemann, P. T. (1999). Syntax as an Emergent Characteristic of the Evolution of Semantic Complexity. *Minds and Machines*, 9, 309–346.
- Schupp, H.T., Cuthbert, B.N., Bradley, M.M., Cacioppo, J.T., Ito, T., Lang, P.J. (2000). Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37, 257–261.
- Schupp, H.T., Junghöfer, M., Weike, A.I., Hamm, A.O. (2004b). The selective processing of briefly presented affective pictures: an ERP analysis. *Psychophysiology*, 41, 441–449.
- Schupp, H.T., Stockburger, J., Bublatzky, F., Junghofer, M., Weike, A.I., Hamm, A.O. (2007a). Explicit attention interferes with selective emotion processing in human extrastriate cortex. *BMC Neuroscience*, 8, 16.
- Schupp, H.T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghofer, M., Weike, A.I., Hamm, A.O. (2007b). Selective visual attention to emotion. *The Journal of Neuroscience*, 27 (5), 1082–1089.
- Schupp, H.T., Cuthbert, B.N., Bradley, M.M., Hillman, C.H., Hamm, A.O., Lang, P.J., (2004a). Brain processes in emotional perception: motivated attention. *Cognition and Emotion*, 18, 593–611.
- Scott, G. G., O'Donnell, P. J., Leuthold, H., & Sereno, S. C. (2009). Early emotion word processing: Evidence from event-related potentials. *Biological Psychology*, 80(1), 95–104.

- Sebastián, N. (2000). LEXESP, Léxico Informatizado del Español. Barcelona: Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Seibert, P. S., & Ellis, H. C. (1991). Irrelevant thoughts, emotional mood states, and cognitive task performance. *Memory and Cognition*, 19, 507–513.
- Sereno, S. C., Brewer, C. C., & O'Donnell, P. J. (2003). Context effects in word recognition: Evidence for early interactive processing. *Psychological Science*, 14(4), 328–333.
- Sharot T, Delgado MR, Phelps EA. (2004). How emotion enhances the feeling of remembering. *Nature Neuroscience*, 7,1376–80.
- Stroud, C., & Phillips, C. (2012). Examining the evidence for an independent semantic analyzer: An ERP study in Spanish. *Brain & Language*, 120, 108–120.
- Tomasello, M. 2003. On the different origin of symbols and grammar. In *Language Evolution*, M. H. Christiansen and S. Kirby, eds. New York, NY: Oxford University Press, 94–110.
- Townsend, D. J., & Bever, T. G. (2001). *Sentence comprehension: The integration of habits and rules*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Trends in Cognitive Sciences, 6(2), 78–84.
- Trueswell, J. C., Tanenhaus, M. K., & Garnsey, S. M. (1994). Semantic influences on parsing: Use of thematic role information in syntactic ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language*, 33, 285–318.
- Vila, J. y Fernández-Santaella, M. C. (1997). Emoción y modulación de reflejos: nuevas perspectivas psicofisiológicas. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 6, 14-15.
- Vissers, C. T. W. M., Chwilla, D. J., & Kolk, H. H. J. (2007). The interplay of heuristics and parsing routines in sentence comprehension: Evidence from ERPs and reaction times. *Biological Psychology*, 75, 8–18.
- Vissers, C. T., Virgillito, D., Fitzgerald, D. A., Speckens, A. E., Tendolkar, I., van Oostrom, I. y Chwilla, D., J. (2010). The influence of mood on the processing of syntactic anomalies: Evidence from P600. *Neuropsychologia*, 48, 3521–3531.
- Vos, S. H., Gunter, T. C., Kolk, H. H. J., & Mulder, G. (2001b). Working memory constraints on syntactic processing: An electrophysiological investigation. *Psychophysiology*, 38, 41–63.
- Vos, S. H., Gunter, T. C., Schriefers, H., & Friederici, A. D. (2001a). Syntactic parsing and working memory: the effects of syntactic complexity, reading span, and concurrent load. *Language and Cognitive Processes*, 16, 65–103.

- Voss, J. L., & Federmeier, K. D. (2011). FN400 potentials are functionally identical to N400 potentials and reflect semantic processing during recognition testing. *Psychophysiology*, 48, 532–546.
- Vuilleumier P, Richardson MP, Armony JL, Driver J, Dolan RJ. (2004). Distant influences of amygdala lesion on visual cortical activation during emotional face processing. *Nature Neuroscience*, 7, 1271–78.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 9 (12), 585-594.
- Vuilleumier, P. y Huang, Y. M. (2009). Emotional Attention Uncovering the Mechanisms of Affective Biases in Perception. *Current Directions in Psychological Science*, 18 (3), 148-152.
- Wagers MW, Lau E, and Phillips C. (2009). Agreement attraction in comprehension: Representations and processes. *Journal of Memory and Language*, 61(2): 206e237.
- Waters, G. S. y Caplan, D. (1996). The Capacity Theory of Sentence Comprehension: Critique of Just and Carpenter (1992). *Psychological Review*, 103, (4): 761-772.
- Wiswede, D., Münte, T.F., Krömer, U.M., & Rüsseler, J. (2009). Embodied emotion modulates neural signature of performance monitoring. *PLoS One*, 4, e5754, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0005754>.
- Yang J, Xu X, Du X, Shi C, Fang F (2011) Effects of Unconscious Processing on Implicit Memory for Fearful Faces. *PLoS ONE* 6(2): e14641. doi:10.1371/journal.pone.0014641
- Yuan, J., Zhang, Q., Chen, A., Li, H., Wang, Q., Zhuang, Z., Jia, S., (2007). Are we sensitive to valence differences in emotionally negative stimuli? Electrophysiological evidence from an ERP study. *Neuropsychologia*, 45, 2764–2771.
- Zeelenberg, R., Wagenmakers, E. J., & Rotteveel, M. (2006). The impact of emotion on perception: Bias or enhanced processing? *Psychological Science*, 17, 287–291.

Anexos

Anexo 1: Oraciones experimentales correctas utilizadas en ambos experimentos

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia neutra

1	La	vaca	huesuda	rumia.
2	El	ritmo	lento	avanza.
3	El	bebé	pelón	duerme.
4	La	cama	circular	resalta.
5	El	espejo	ovalado	refleja.
6	La	superficie	rugosa	rasca.
7	El	cura	devoto	sermonea.
8	Los	directores	delgados	escuchan.
9	La	música	clásica	calma.
10	El	cliente	asiduo	compra.
11	La	niñera	liada	arregla.
12	Las	chicas	altas	caen.
13	La	ardilla	peluda	trepa.
14	El	padre	callado	reposa
15	La	yegua	gorda	vale.
16	El	ganado	ovino	pasta.
17	Los	vigías	santos	orientan.
18	El	ratón	silencioso	busca.
19	La	cajera	pecosa	cobra.
20	La	importación	masiva	persiste.
21	El	detective	privado	investiga.
22	El	cirujano	plástico	opera.
23	Las	primaveras	cíclicas	alegran.
24	El	conserje	meloso	saluda.
25	La	falda	corta	aprieta.
26	La	reacción	opuesta	alarma.
27	El	vaso	violeta	contiene.
28	Los	mechones	lacios	caen.
29	El	jersey	gastado	camufla.
30	La	niebla	tupida	cubre.
31	La	mesa	lacada	desentona.
32	La	leche	tibia	emulsiona.
33	La	paloma	mojada	busca.
34	El	libro	extenso	informa.
35	El	perfume	denso	perdura.
36	La	caja	rectangular	contiene

37	La	silla	combada	sostiene.
38	El	día	nublado	amanece.
39	El	marco	cuadrado	exhibe.
40	La	lente	cóncava	refleja.
41	El	toro	bravo	muge.
42	La	corriente	alterna	oscila.
43	El	río	estrecho	fluye.
44	El	botón	cosido	cierra.
45	El	arbusto	leñoso	crece.
46	El	peso	neto	consta.
47	El	cemento	sólido	fragua.
48	El	viento	helado	sopla.
49	El	crystal	opaco	esconde.
50	El	pico	curvo	escarba.
51	La	pinza	curvada	sujeta.
52	Los	búfalos	mansos	olfatean.
53	La	bandera	ondeada	flamea.
54	La	línea	cruzada	indica.
55	El	policía	viejo	llama.
56	El	vino	rosado	refresca.
57	Las	lunas	tintadas	ocultan.
58	El	alumno	externo	come.
59	Los	desayunos	copiosos	llenan.
60	El	entrenador	cauto	pronostica.
61	Los	manteles	tejidos	favorecen.
62	El	órgano	interno	crece.
63	Los	colegios	públicos	educan.
64	La	tela	zurcida	seca.
65	El	médico	clínico	informa.
66	La	novela	firmada	concurra.
67	El	transporte	aéreo	factura.
68	La	señora	gruesa	declara.
69	La	nenita	flaca	brinca.
70	El	dedo	largo	señala.
71	El	profesor	nativo	traduce.
72	El	arte	gótico	representa.
73	El	plátano	licuado	burbujea.
74	El	mueble	lijado	decora.
75	El	tejido	liviano	transparenta.
76	El	cuero	teñido	destiñe.
77	El	deportista	zurdo	chuta.
78	Los	niños	quietos	comen.
79	La	materia	ósea	resiste.
80	La	pared	sombreada	desluce.
81	El	autobús	urbano	para.
82	El	autor	citado	escribe.
83	La	salsa	sureña	endulza.
84	El	zapato	abrochado	aprieta.

85	La	sopa	cocida	bulle.
86	Los	colores	neutros	decoran.
87	La	pulsera	grabada	adorna.
88	El	dato	exacto	confirma.
89	La	cabellera	rizada	abulta.
90	El	tío	práctico	define.
91	El	huevo	hilado	acompaña.
92	El	bollo	relleno	alimenta.
93	La	vasija	llena	contiene.
94	El	maletín	amarillo	resguarda.
95	Las	ovejas	lanosas	balan.
96	El	pijama	térmico	calienta.
97	La	rueda	redonda	chirría.
98	El	pan	tostado	cruje.
99	El	pañuelo	bordado	luce.
100	Las	doncellas	lozanas	danzan.
101	Los	ponentes	concretos	explican.
102	Los	aceites	etéreos	diluyen.
103	El	curso	técnico	instruye.
104	El	abrigo	forado	disimula.
105	La	bebida	fría	refresca.
106	Los	años	cumplidos	envejecen.
107	El	pollo	asado	humea.
108	El	gobierno	lícito	legisla.
109	El	valor	relativo	mide.
110	La	imagen	nítida	muestra.
111	El	tutor	romano	aclara.
112	La	tenista	casada	entrena.
113	El	instructor	indio	enseña.
114	Las	campanas	talladas	repican.
115	La	fresa	batida	salpica.
116	El	acuerdo	pactado	sigue.
117	El	bolígrafo	verde	sirve.
118	La	gente	llana	vota.
119	La	aguja	roma	zurce.
120	La	sombra	naranja	oscurece.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia positiva

1	El	rey	lúcido	abdica.
2	El	motor	preciso	acelera.
3	La	cortina	bonita	protege.
4	El	precio	modesto	gusta.
5	El	artista	gracioso	actúa.
6	La	hermana	querida	acude.
7	La	dieta	sana	adelgaza.

8	El	arquitecto	virtuoso	dibuja.
9	El	vestido	discreto	agradece.
10	La	revista	gratuita	anuncia.
11	El	cabello	sedoso	aparenta.
12	El	público	selecto	aplaude.
13	El	mar	tranquilo	refleja.
14	El	coche	seguro	arranca.
15	El	patio	ordenado	gusta.
16	El	negocio	próspero	avanza.
17	La	flor	linda	atrae.
18	El	bedel	majo	barre.
19	El	cordero	salvado	bala.
20	La	cascada	preciosa	cae.
21	La	brisa	marina	bufa.
22	El	jinete	apuesto	cabalga.
23	El	físico	listo	calcula.
24	La	situación	cómica	relaja.
25	El	campo	soleado	atrae.
26	Las	ideas	entusiastas	pautan.
27	Las	actividades	divertidas	facilitan.
28	El	saludo	cortés	cobra.
29	La	isla	amada	atrae.
30	Las	viviendas	dignas	cobijan.
31	El	anuncio	certero	convence
32	El	discurso	ameno	convence.
33	Las	comidas	generosas	satisfacen.
34	El	músico	premiado	compone.
35	El	abuelo	complaciente	cocina.
36	Los	obreros	solidarios	ejecutan.
37	El	ambiente	jocoso	relaja.
38	Las	intenciones	sinceras	confortan.
39	El	ánimo	gozoso	contagia.
40	El	espectáculo	vistoso	continúa.
41	La	familia	dichosa	convive.
42	La	palmera	esbelta	adorna.
43	El	cuchillo	dorado	corta.
44	Los	caballos	saludables	galopan.
45	El	pelo	nutrido	brilla.
46	El	asado	jugoso	cuece.
47	La	carne	tierna	provoca.
48	El	terreno	franco	facilita.
49	El	escudo	honrado	representa.
50	El	criterio	experto	prevalece.
51	El	verano	plácido	culmina.
52	Las	maneras	gentiles	perduran.
53	El	lago	sereno	permanece.
54	La	piel	morena	transpira.
55	El	lobo	atento	vigila.

56	El	comité	ético	dictamina.
57	Los	chavales	elegantes	buscan.
58	La	fiesta	lujosa	empieza.
59	El	volcán	activo	erupciona.
60	El	sistema	apto	permite.
61	La	maestra	sabia	explica.
62	El	carácter	sosegado	transmite.
63	El	rostro	cándido	expresa.
64	El	clima	benigno	fluctúa.
65	El	tratamiento	idóneo	funciona.
66	El	invierno	apacible	termina.
67	La	tierra	fecunda	germina.
68	El	planteamiento	sensato	convence.
69	El	texto	íntegro	repasa.
70	El	problema	resuelto	explica.
71	El	zorro	astuto	encuentra.
72	La	luz	cálida	ilumina.
73	El	cuento	chistoso	alegra.
74	La	rosa	hermosa	aromatiza.
75	Los	supuestos	verdaderos	aclaran.
76	Los	fármacos	adecuados	llegan.
77	La	baraja	mágica	atrae.
78	El	reloj	valioso	funciona.
79	El	local	perfumado	mejora.
80	El	retoño	vivo	nace.
81	Las	verduras	frescas	nutren.
82	Los	sofás	cómodos	ocupan.
83	La	gata	leal	permanece.
84	La	casa	limpia	reluce.
85	El	hombre	audaz	pasa.
86	Los	jóvenes	contentos	pasean.
87	Las	aguas	claras	fluyen.
88	El	paisaje	guapo	cambia.
89	Los	espectadores	cachondos	preguntan.
90	El	orden	lógico	prima.
91	El	portátil	ligero	programa.
92	El	amigo	valiente	llama.
93	El	partido	amistoso	concluye.
94	El	trabajo	ocioso	acostumbra.
95	El	acto	festivo	comienza.
96	El	paté	gustoso	rellena.
97	Las	adolescentes	simpáticas	exploran.
98	Las	caricias	apasionadas	provocan.
99	El	sermón	piadoso	reconforta.
100	El	poema	bello	rima.
101	Los	crucifijos	benditos	representan.
102	La	prima	risueña	salta.
103	El	gimnasta	honesto	saluda.

104	El	presupuesto	justo	establece.
105	El	momento	perfecto	surge.
106	La	lengua	culta	describe.
107	Los	árboles	frondosos	florece.
108	Los	movimientos	admirables	expresan.
109	La	fabada	rica	hierve.
110	Los	tiempos	gloriosos	vuelven.
111	El	ático	luminoso	atrae.
112	El	teléfono	correcto	comunica.
113	La	madre	trabajadora	organiza.
114	Los	jardines	floridos	armonizan.
115	La	mona	amigable	ofrece.
116	Los	recuerdos	gratos	despiertan.
117	El	bombero	ileso	adiestra.
118	El	aire	puro	oxigena.
119	La	tortilla	sabrosa	alimenta.
120	El	escáner	óptimo	detalla.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia negativa

1	El	fan	masoquista	acierta.
2	El	oso	asesino	duerme.
3	El	sabor	amargo	disgusta.
4	El	técnico	disgustado	consulta.
5	El	avestruz	cojo	anda.
6	Las	mujeres	solas	ahorran.
7	El	gavilán	agresivo	vuela.
8	El	olor	desagradable	asquea.
9	El	gallo	pelado	canta.
10	La	sustancia	acre	repele.
11	El	zumo	agrio	aromatiza.
12	El	reportaje	macabro	provoca.
13	El	etanol	impuro	sirve.
14	El	conejo	sordo	esconde.
15	El	nudo	flojo	ata.
16	La	azafata	tonta	atiende.
17	El	dolor	punzante	vuelve.
18	La	dama	boba	besa.
19	El	topo	ciego	cava.
20	El	gel	viscoso	chorrea.
21	Los	mulos	vagos	duermen.
22	El	agujero	oscuro	comunica.
23	El	gemelo	perverso	confiesa.
24	El	compromiso	violado	está.
25	El	portero	odioso	controla.
26	EL	argumento	siniestro	convence.

27	La	institutriz	enferma	enseña.
28	El	queso	maloliente	cuaja.
29	El	combate	nulo	concluye.
30	El	código	maligno	cunde.
31	El	jefe	cretino	delega.
32	Los	nombres	falsos	despistan.
33	El	caldo	repugnante	disgusta.
34	El	dibujo	grosero	ofende.
35	El	político	altivo	dirige.
36	El	lagarto	feo	mira.
37	El	arroyo	turbio	emerge.
38	El	baño	sombrío	apesta.
39	El	buque	maldito	encalla.
40	El	ataque	bruto	asusta.
41	El	periodista	cobarde	entrevista.
42	El	cónyuge	celoso	escolta.
43	El	novio	dolido	espera.
44	El	pez	muerto	flota.
45	El	cocinero	penoso	degusta.
46	El	tema	mezquino	congrega.
47	La	racha	mala	finaliza.
48	El	material	inflexible	sirve.
49	El	animal	apaleado	agoniza.
50	El	salto	brusco	lesiona.
51	El	líquido	tóxico	gotea.
52	Las	puertas	cerradas	guardan.
53	El	túnel	tenebroso	impone.
54	La	princesa	pálida	inaugura.
55	El	comisario	malvado	interroga.
56	Las	palabras	torpes	interrumpen.
57	Los	pueblos	bárbaros	invaden.
58	El	gestor	avaro	invierte.
59	El	chiquillo	rechazado	juguetea.
60	El	perro	rabioso	ladra.
61	El	juramento	roto	decepciona.
62	El	italiano	idiota	liga.
63	El	trapo	seco	limpia.
64	El	otoño	tardío	llega.
65	La	víbora	temible	ataca.
66	Las	manzanas	ácidas	maduran.
67	El	encuentro	nefasto	culmina.
68	Las	historias	trágicas	ocurren.
69	El	cuadro	dañado	disimula.
70	El	delfín	herido	nada.
71	El	latón	explosivo	destaca.
72	La	tele	inservible	estorba.
73	Las	indicaciones	confusas	desorientan.
74	Los	muchachos	drogadictos	bailan.

75	La	mula	terca	rebuzna.
76	El	dependiente	imbécil	recoge.
77	El	potro	maltratado	relincha.
78	El	burro	sucio	rebuzna.
79	El	escritorio	desordenado	afea.
80	Las	vecinas	estúpidas	sugieren.
81	El	mármol	manchado	resbala.
82	El	comentarista	cínico	responde.
83	Los	frutos	podridos	apestan.
84	Los	estudiantes	ignorantes	conversan.
85	El	castillo	destruido	desluce.
86	El	ruido	molesto	resuena.
87	La	pierna	quebrada	apoya.
88	El	pájaro	preso	canta.
89	El	viejo	tacaño	tose.
90	Las	manos	ásperas	tocan.
91	El	supermercado	escaso	vende.
92	La	sábana	basta	raspa.
93	El	círculo	vicioso	envuelve.
94	El	yogur	caduco	fermenta.
95	El	conductor	ebrio	maneja.
96	La	moto	forzada	zumba.
97	El	tronco	hueco	resguarda.
98	La	crema	pastosa	pringa.
99	Los	pagos	miserables	existen.
100	El	punto	picado	permanece.
101	La	lluvia	terrible	sorprende.
102	La	viga	partida	cae.
103	El	helicóptero	robado	despega.
104	El	mes	arduo	continúa.
105	El	verso	obsceno	disgusta.
106	El	acantilado	abrupto	impresiona.
107	La	condesa	ingrata	bebe.
108	El	frío	recio	amaina.
109	El	ombligo	infectado	duele.
110	El	filósofo	antipático	piensa.
111	La	trenza	deshecha	cuelga.
112	La	bici	destartalada	suenan.
113	La	sartén	deformada	fríe.
114	La	dueña	triste	supervisa.
115	La	compañera	deprimida	vuelve.
116	El	pintor	loco	expone.
117	Los	compuestos	nocivos	contienen.
118	El	penalti	dudoso	decide.
119	La	ropa	raída	cubre.
120	El	barril	pesado	guarda.

Anexo 2: Oraciones incorrectas sintácticamente presentadas en el Experimento I.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia neutra

1	La	vaca	huesudas	rumia.
2	El	ritmo	lentos	avanza.
3	El	bebé	pelones	duerme.
4	La	cama	circulares	resalta.
5	El	espejo	ovalados	refleja.
6	La	superficie	rugosas	rasca.
7	El	cura	devotos	sermonea.
8	Los	directores	delgado	escuchan.
9	La	música	clásicas	calma.
10	El	cliente	asiduos	compra.
11	La	niñera	liadas	arregla.
12	Las	chicas	alta	caen.
13	La	ardilla	peludas	tropa.
14	El	padre	callados	reposa
15	La	yegua	gordas	vale.
16	El	ganado	ovinos	pasta.
17	Los	vigías	santo	orientan.
18	El	ratón	silenciosos	busca.
19	La	cajera	pecosas	cobra.
20	La	importación	masivas	persiste.
21	El	detective	privados	investiga.
22	El	cirujano	plásticos	opera.
23	Las	primaveras	cíclica	alegran.
24	El	conserje	melosos	saluda.
25	La	falda	cortas	aprieta.
26	La	reacción	opuestas	alarma.
27	El	vaso	violetas	contiene.
28	Los	mechones	lacio	caen.
29	El	jersey	gastados	camufla.
30	La	niebla	tupidas	cubre.
31	La	mesa	lacadas	desentona.
32	La	leche	tibias	emulsiona.
33	La	paloma	mojadas	busca.
34	El	libro	extensos	informa.
35	El	perfume	densos	perdura.
36	La	caja	rectangulares	contiene
37	La	silla	combadas	sostiene.
38	El	día	nublados	amanece.
39	El	marco	cuadrados	exhibe.

40	La	lente	cóncavas	refleja.
41	El	toro	bravos	muge.
42	La	corriente	alternas	oscila.
43	El	río	estrechos	fluye.
44	El	botón	cosidos	cierra.
45	El	arbusto	leñosos	crece.
46	El	peso	netos	consta.
47	El	cemento	sólidos	fragua.
48	El	viento	helados	sopla.
49	El	crystal	opacos	esconde.
50	El	pico	curvos	escarba.
51	La	pinza	curvadas	sujeta.
52	Los	búfalos	manso	olfatean.
53	La	bandera	ondeadas	flamea.
54	La	línea	cruzadas	indica.
55	El	policía	viejos	llama.
56	El	vino	rosados	refresca.
57	Las	lunas	tintada	ocultan.
58	El	alumno	externos	come.
59	Los	desayunos	copioso	llenar.
60	El	entrenador	cautos	pronostica.
61	Los	manteles	tejido	favorecen.
62	El	órgano	internos	crece.
63	Los	colegios	público	educan.
64	La	tela	zurcidas	seca.
65	El	médico	clínicos	informa.
66	La	novela	firmadas	concurra.
67	El	transporte	aéreos	factura.
68	La	señora	gruesas	declara.
69	La	mena	flacas	brinca.
70	El	dedo	largos	señala.
71	El	profesor	nativos	traduce.
72	El	arte	góticos	representa.
73	El	plátano	licuados	burbujea.
74	El	mueble	lijados	decora.
75	El	tejido	livianos	transparenta.
76	El	cuero	teñidos	destiñe.
77	El	deportista	zurdos	chuta.
78	Los	niños	quieto	comen.
79	La	materia	óseas	resiste.
80	La	pared	sombreadas	desluce.
81	El	autobús	urbanos	para.
82	El	autor	citados	escribe.
83	La	salsa	sureñas	endulza.
84	El	zapato	abrochados	aprieta.
85	La	sopa	cocidas	bulle.
86	Los	colores	neutro	decoran.
87	La	pulsera	grabadas	adorna.

88	El	dato	exactos	confirma.
89	La	cabellera	rizadas	abulta.
90	El	tío	prácticos	define.
91	El	huevo	hilados	acompaña.
92	El	bollo	rellenos	alimenta.
93	La	vasija	llenas	contiene.
94	El	maletín	amarillos	resguarda.
95	Las	ovejas	lanosa	balan.
96	El	pijama	térmicos	calienta.
97	La	rueda	redondas	chirría.
98	El	pan	tostados	cruje.
99	El	pañuelo	bordados	luce.
100	Las	doncellas	lozana	danzan.
101	Los	ponentes	concreto	explican.
102	Los	aceites	etéreo	diluyen.
103	El	curso	técnicos	instruye.
104	El	abrigo	forrados	disimula.
105	La	bebida	frías	refresca.
106	Los	años	cumplido	envejecen.
107	El	pollo	asados	humea.
108	El	gobierno	lícitos	legisla.
109	El	valor	relativos	mide.
110	La	imagen	nítidas	muestra.
111	El	tutor	romanos	aclara.
112	La	tenista	casadas	entrena.
113	El	instructor	indios	enseña.
114	Las	campanas	tallada	repican.
115	La	fresa	batidas	salpica.
116	El	acuerdo	pactados	sigue.
117	El	bolígrafo	verdes	sirve.
118	La	gente	llanas	vota.
119	La	aguja	romas	zurce.
120	La	sombra	naranjas	oscurece.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia positiva

1	El	rey	lúcidos	abdica.
2	El	motor	precisos	acelera.
3	La	cortina	bonitas	protege.
4	El	precio	modestos	gusta.
5	El	artista	graciosos	actúa.
6	La	hermana	queridas	acude.
7	La	dieta	sanas	adelgaza.
8	El	arquitecto	virtuosos	dibuja.
9	El	vestido	discretos	agradece.
10	La	revista	gratuitas	anuncia.

11	El	cabello	sedosos	aparenta.
12	El	público	selectos	aplaude.
13	El	mar	tranquilos	refleja.
14	El	coche	seguros	arranca.
15	El	patio	ordenados	gusta.
16	El	negocio	prósperos	avanza.
17	La	flor	lindas	atrae.
18	El	bedel	majos	barre.
19	El	cordero	salvados	bala.
20	La	cascada	preciosas	cae.
21	La	brisa	marinas	bufa.
22	El	jinete	apuestos	cabalga.
23	El	físico	listos	calcula.
24	La	situación	cómicas	relaja.
25	El	campo	soleados	atrae.
26	Las	ideas	entusiasta	pautan.
27	Las	actividades	divertida	facilitan.
28	El	saludo	cortesés	cobra.
29	La	isla	amadas	atrae.
30	Las	viviendas	digna	cobijan.
31	El	anuncio	certeros	convence
32	El	discurso	amenos	convence.
33	Las	comidas	generosa	satisfacen.
34	El	músico	premiados	compone.
35	El	abuelo	complacientes	cocina.
36	Los	obreros	solidario	ejecutan.
37	El	ambiente	jocosos	relaja.
38	Las	intenciones	sincera	confortan.
39	El	ánimo	gozosos	contagia.
40	El	espectáculo	vistosos	continúa.
41	La	familia	dichosas	convive.
42	La	palmera	esbeltas	adorna.
43	El	cuchillo	dorados	corta.
44	Los	caballos	saludable	galopan.
45	El	pelo	nutridos	brilla.
46	El	asado	jugosos	cuece.
47	La	carne	tiernas	provoca.
48	El	terreno	francos	facilita.
49	El	escudo	honrados	representa.
50	El	criterio	expertos	prevalece.
51	El	verano	plácidos	culmina.
52	Las	maneras	gentile	perduran.
53	El	lago	serenos	permanece.
54	La	piel	morenas	transpira.
55	El	lobo	atentos	vigila.
56	El	comité	éticos	dictamina.
57	Los	chavales	elegante	buscan.
58	La	fiesta	lujosas	empieza.

59	El	volcán	activos	erupciona.
60	El	sistema	aptos	permite.
61	La	maestra	sabias	explica.
62	El	carácter	sosegados	transmite.
63	El	rostro	cándidos	expresa.
64	El	clima	benignos	fluctúa.
65	El	tratamiento	idóneos	funciona.
66	El	invierno	apacibles	termina.
67	La	tierra	fecundas	germina.
68	El	planteamiento	sensatos	convence.
69	El	texto	íntegros	repasa.
70	El	problema	resueltos	explica.
71	El	zorro	astutos	encuentra.
72	La	luz	cálidas	ilumina.
73	El	cuento	chistosos	alegra.
74	La	rosa	hermosas	aromatiza.
75	Los	supuestos	verdadero	aclaran.
76	Los	fármacos	adecuado	llegan.
77	La	baraja	mágicas	atrae.
78	El	reloj	valiosos	funciona.
79	El	local	perfumados	mejora.
80	El	retoño	vivos	nace.
81	Las	verduras	fresca	nutren.
82	Los	sofás	cómodo	ocupan.
83	La	gata	leales	permanece.
84	La	casa	limpias	reluce.
85	El	hombre	audaces	pasa.
86	Los	jóvenes	contento	pasean.
87	Las	aguas	clara	fluyen.
88	El	paisaje	guapos	cambia.
89	Los	espectadores	cachondo	preguntan.
90	El	orden	lógicos	prima.
91	El	portátil	ligeros	programa.
92	El	amigo	valientes	llama.
93	El	partido	amistosos	concluye.
94	El	trabajo	ociosos	acostumbra.
95	El	acto	festivos	comienza.
96	El	paté	gustosos	rellena.
97	Las	adolescentes	simpática	exploran.
98	Las	caricias	apasionada	provocan.
99	El	sermón	piadosos	reconforta.
100	El	poema	bellos	rima.
101	Los	crucifijos	bendito	representan.
102	La	prima	risueñas	salta.
103	El	gimnasta	honestos	saluda.
104	El	presupuesto	justos	establece.
105	El	momento	perfectos	surge.
106	La	lengua	cultas	describe.

107	Los	árboles	frondoso	florece.
108	Los	movimientos	admirable	expresan.
109	La	fabada	ricas	hierve.
110	Los	tiempos	glorioso	vuelven.
111	El	ático	luminosos	atrae.
112	El	teléfono	correctos	comunica.
113	La	madre	trabajadoras	organiza.
114	Los	jardines	florido	armonizan.
115	La	mona	amigables	ofrece.
116	Los	recuerdos	grato	despiertan.
117	El	bombero	ilesos	adiestra.
118	El	aire	puros	oxigena.
119	La	tortilla	sabrosas	alimenta.
120	El	escáner	óptimos	detalla.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia negativa

1	El	fan	masoquistas	acierta.
2	El	oso	asesinos	duerme.
3	El	sabor	amargos	disgusta.
4	El	técnico	disgustados	consulta.
5	El	avestruz	cojos	anda.
6	Las	mujeres	sola	ahorran.
7	El	gavilán	agresivos	vuela.
8	El	olor	desagradables	asquea.
9	El	gallo	pelados	canta.
10	La	sustancia	acres	repele.
11	El	zumo	agrios	aromatiza.
12	El	reportaje	macabros	provoca.
13	El	etanol	impuros	sirve.
14	El	conejo	sordos	esconde.
15	El	nudo	flojos	ata.
16	La	azafata	tontas	atiende.
17	El	dolor	punzantes	vuelve.
18	La	dama	bobas	besa.
19	El	topo	ciegos	cava.
20	El	gel	viscosos	chorrea.
21	Los	mulos	vago	duermen.
22	El	agujero	oscuros	comunica.
23	El	gemelo	perversos	confiesa.
24	El	compromiso	violados	está.
25	El	portero	odiosos	controla.
26	EL	argumento	siniestros	convence.
27	La	institutriz	enfermas	enseña.
28	El	queso	malolientes	cuaja.

29	El	combate	nulos	concluye.
30	El	código	malignos	cunde.
31	El	jefe	cretinos	delega.
32	Los	nombres	falso	despistan.
33	El	caldo	repugnantes	disgusta.
34	El	dibujo	groseros	ofende.
35	El	político	altivos	dirige.
36	El	lagarto	feos	mira.
37	El	arroyo	turbios	emerge.
38	El	baño	sombríos	apesta.
39	El	buque	malditos	encalla.
40	El	ataque	brutos	asusta.
41	El	periodista	cobardes	entrevista.
42	El	cónyuge	celosos	escolta.
43	El	novio	dolidos	espera.
44	El	pez	muertos	flota.
45	El	cocinero	penosos	degusta.
46	El	tema	mezquinos	congrega.
47	La	racha	malas	finaliza.
48	El	material	inflexibles	sirve.
49	El	animal	apaleados	agoniza.
50	El	salto	bruscos	lesiona.
51	El	líquido	tóxico	gotea.
52	Las	puertas	cerrada	guardan.
53	El	túnel	tenebrosos	impone.
54	La	princesa	pálidas	inaugura.
55	El	comisario	malvados	interroga.
56	Las	palabras	torpe	interrumpen.
57	Los	pueblos	bárbaros	invaden.
58	El	gestor	avaro	invierte.
59	El	chiquillo	rechazados	juguetea.
60	El	perro	rabiosos	ladra.
61	El	juramento	rotos	decepciona.
62	El	italiano	idiotas	liga.
63	El	trapo	secos	limpia.
64	El	otoño	tardíos	llega.
65	La	víbora	temibles	ataca.
66	Las	manzanas	ácida	maduran.
67	El	encuentro	nefastos	culmina.
68	Las	historias	trágica	ocurren.
69	El	cuadro	dañados	disimula.
70	El	delfín	heridos	nada.
71	El	latón	explosivos	destaca.
72	La	tele	inservibles	estorba.
73	Las	indicaciones	confusa	desorientan.
74	Los	muchachos	drogadicto	bailan.
75	La	mula	tercas	rebuzna.
76	El	dependiente	imbéciles	recoge.

77	El	potro	maltratados	relincha.
78	El	burro	sucios	rebuzna.
79	El	escritorio	desordenados	afea.
80	Las	vecinas	estúpida	sugieren.
81	El	mármol	manchados	resbala.
82	El	comentarista	cínicos	responde.
83	Los	frutos	podrido	apestan.
84	Los	estudiantes	ignorante	conversan.
85	El	castillo	destruidos	desluce.
86	El	ruido	molestos	resuena.
87	La	pierna	quebradas	apoya.
88	El	pájaro	presos	canta.
89	El	viejo	tacaños	tose.
90	Las	manos	áspera	tocan.
91	El	supermercado	escasos	vende.
92	La	sábana	bastas	raspa.
93	El	círculo	viciosos	envuelve.
94	El	yogur	caducos	fermenta.
95	El	conductor	ebrios	maneja.
96	La	moto	forzadas	zumba.
97	El	tronco	huecos	resguarda.
98	La	crema	pastosas	pringa.
99	Los	pagos	miserable	existen.
100	El	punto	picados	permanece.
101	La	lluvia	terribles	sorprende.
102	La	viga	partidas	cae.
103	El	helicóptero	robados	despega.
104	El	mes	arduos	continúa.
105	El	verso	obscenos	disgusta.
106	El	acantilado	abruptos	impresiona.
107	La	condesa	ingratas	bebe.
108	El	frío	recios	amaina.
109	El	ombligo	infectados	duele.
110	El	filósofo	antipáticos	piensa.
111	La	trenza	deshechas	cuelga.
112	La	bici	destartaladas	suenan.
113	La	sartén	deformadas	fríe.
114	La	dueña	tristes	supervisa.
115	La	compañera	deprimidas	vuelve.
116	El	pintor	locos	expone.
117	Los	compuestos	nocivo	contienen.
118	El	penalti	dudosos	decide.
119	La	ropa	raídas	cubre.
120	El	barril	pesados	guarda.

Anexo 3: Oraciones incorrectas semánticamente presentadas en el Experimento II.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia neutra

1	La	vaca	circular.	rumia.
2	El	ritmo	helado.	avanza.
3	El	bebé	gastado.	duerme.
4	La	cama	huesuda.	resalta.
5	El	espejo	cocido.	refleja.
6	La	superficie	liada.	rasca.
7	El	cura	neto.	sermonea.
8	Los	directores	lacios.	escuchan.
9	La	música	tibia.	calma.
10	El	cliente	ovino.	compra.
11	La	niñera	masiva.	arregla.
12	Las	chicas	cíclicas.	caen.
13	La	ardilla	tupida.	trepa.
14	El	padre	plástico.	reposa
15	La	yegua	ondeada.	vale.
16	El	ganado	ovalado.	pasta.
17	Los	vigías	tejidos.	orientan.
18	El	ratón	cuadrado.	busca.
19	La	cajera	lacada.	cobra.
20	La	importación	cóncava.	persiste.
21	El	detective	violeta.	investiga.
22	El	cirujano	denso.	opera.
23	Las	primaveras	altas.	alegran.
24	El	conserje	extenso.	saluda.
25	La	falda	combada.	aprieta.
26	La	reacción	sombreada.	alarma.
27	El	vaso	asiduo.	contiene.
28	Los	mechones	neutros.	caen.
29	El	jersey	pelón.	camufla.
30	La	niebla	nítida.	cubre.
31	La	mesa	casada.	desentona.
32	La	leche	mojada.	emulsiona.
33	La	paloma	rectangular.	busca.
34	El	libro	devoto.	informa.
35	El	perfume	liviano.	perdura.
36	La	caja	flaca.	contiene
37	La	silla	gorda.	sostiene.
38	El	día	privado.	amanece.
39	El	marco	cauto.	exhibe.
40	La	lente	rizada.	refleja.
41	El	toro	forado.	muge.

42	La	corriente	llana.	oscila.
43	El	río	viejo.	fluye.
44	El	botón	lento.	cierra.
45	El	arbusto	técnico.	crece.
46	El	peso	teñido.	consta.
47	El	cemento	largo.	fragua.
48	El	viento	romano.	sopla.
49	El	crystal	bravo.	esconde.
50	El	pico	térmico.	escarba.
51	La	pinza	alterna.	sujeta.
52	Los	búfalos	santos.	olfatean.
53	La	bandera	peluda.	flamea.
54	La	línea	cocida.	indica.
55	El	policía	opaco.	llama.
56	El	vino	estrecho.	refresca.
57	Las	lunas	lanosas.	ocultan.
58	El	alumno	leñoso.	come.
59	Los	desayunos	etéreos.	llenan.
60	El	entrenador	nublado.	pronostica.
61	Los	manteles	mansos.	favorecen.
62	El	órgano	urbano.	crece.
63	Los	colegios	concretos.	educan.
64	La	tela	llena.	seca.
65	El	médico	amarillo.	informa.
66	La	novela	rugosa.	concurra.
67	El	transporte	meloso.	factura.
68	La	señora	firmada.	declara.
69	La	vena	zurcida.	brinca.
70	El	dedo	gótico.	señala.
71	El	profesor	abrochado.	traduce.
72	El	arte	relleno.	representa.
73	El	plátano	aéreo.	burbujea.
74	El	mueble	citado.	decora.
75	El	tejido	silencioso.	transparenta.
76	El	cuero	clínico.	destiñe.
77	El	deportista	licuado.	chuta.
78	Los	niños	públicos.	comen.
79	La	materia	pecosa.	resiste.
80	La	pared	ósea.	desluce.
81	El	autobús	nativo.	para.
82	El	autor	lijado.	escribe.
83	La	salsa	curvada.	endulza.
84	El	zapato	callado.	aprieta.
85	La	sopa	opuesta.	bulle.
86	Los	colores	quietos.	decoran.
87	La	pulsera	corta.	adorna.
88	El	dato	indio.	confirma.
89	La	cabellera	grabada.	abulta.

90	El	tío	hilado.	define.
91	El	huevo	práctico.	acompaña.
92	El	bollo	interno.	alimenta.
93	La	vasija	clásica.	contiene.
94	El	maletín	zurdo.	resguarda.
95	Las	ovejas	talladas.	balan.
96	El	pijama	lícito.	calienta.
97	La	rueda	batida.	chirría.
98	El	pan	externo.	cruje.
99	El	pañuelo	sólido.	luce.
100	Las	doncellas	tintadas.	danzan.
101	Los	ponentes	copiosos.	explican.
102	Los	aceites	cumplidos.	diluyen.
103	El	curso	asado.	instruye.
104	El	abrigo	exacto.	disimula.
105	La	bebida	redonda.	refresca.
106	Los	años	delgados.	envejecen.
107	El	pollo	bordado.	humea.
108	El	gobierno	tostado.	legisla.
109	El	valor	pactado.	mide.
110	La	imagen	fría.	muestra.
111	El	tutor	verde.	aclara.
112	La	tenista	naranja.	entrena.
113	El	instructor	curvo.	enseña.
114	Las	campanas	lozanas.	repican.
115	La	fresa	cruzada.	salpica.
116	El	acuerdo	rosado.	sigue.
117	El	bolígrafo	relativo.	sirve.
118	La	gente	roma.	vota.
119	La	aguja	sureña.	zurce.
120	La	sombra	gruesa.	oscurece.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia positiva

1	El	rey	sedoso.	abdica.
2	El	motor	lúcido.	acelera.
3	La	cortina	fecunda.	protege.
4	El	precio	honesto.	gusta.
5	El	artista	luminoso.	actúa.
6	La	hermana	gratuita.	acude.
7	La	dieta	bonita.	adelgaza.
8	El	arquitecto	jugoso.	dibuja.
9	El	vestido	próspero.	agradece.
10	La	revista	cálida.	anuncia.
11	El	cabello	cortés.	aparenta.
12	El	público	salvado.	aplaude.

13	El	mar	gracioso.	refleja.
14	El	coche	vivo.	arranca.
15	El	patio	virtuoso.	gusta.
16	El	negocio	majo.	avanza.
17	La	flor	risueña.	atrae.
18	El	bedel	óptimo.	barre.
19	El	cordero	modesto.	bala.
20	La	cascada	cómica.	cae.
21	La	brisa	linda.	bufa.
22	El	jinete	ameno.	cabalga.
23	El	físico	soleado.	calcula.
24	La	situación	preciosa.	relaja.
25	El	campo	perfumado.	atrae.
26	Las	ideas	simpáticas.	pautan.
27	Las	actividades	apasionadas.	facilitan.
28	El	saludo	ordenado.	cobra.
29	La	isla	morena.	atrae.
30	Las	viviendas	entusiastas.	cobijan.
31	El	anuncio	tranquilo.	convence
32	El	discurso	apuesto.	convence.
33	Las	comidas	gentiles.	satisfacen.
34	El	músico	dorado.	compone.
35	El	abuelo	puro.	cocina.
36	Los	obreros	gratos.	ejecutan.
37	El	ambiente	audaz.	relaja.
38	Las	intenciones	frescas.	confortan.
39	El	ánimo	íntegro.	contagia.
40	El	espectáculo	seguro.	continúa.
41	La	familia	sabrosa.	convive.
42	La	palmera	sabia.	adorna.
43	El	cuchillo	plácido.	corta.
44	Los	caballos	solidarios.	galopan.
45	El	pelo	preciso.	brilla.
46	El	asado	honrado.	cuece.
47	La	carne	hermosa.	provoca.
48	El	terreno	chistoso.	facilita.
49	El	escudo	cándido.	representa.
50	El	criterio	resuelto.	prevalece.
51	El	verano	complaciente.	culmina.
52	Las	maneras	sinceras.	perduran.
53	El	lago	discreto.	permanece.
54	La	piel	dichosa.	transpira.
55	El	lobo	sensato.	vigila.
56	El	comité	gozoso.	dictamina.
57	Los	chavales	floridos.	buscan.
58	La	fiesta	amada.	empieza.
59	El	volcán	experto.	erupciona.
60	El	sistema	ético.	permite.

61	La	maestra	lujosa.	explica.
62	El	carácter	correcto.	transmite.
63	El	rostro	franco.	expresa.
64	El	clima	premiado.	fluctúa.
65	El	tratamiento	apacible.	funciona.
66	El	invierno	valioso.	termina.
67	La	tierra	esbelta.	germina.
68	El	planteamiento	atento.	convence.
69	El	texto	sereno.	repasa.
70	El	problema	vistoso.	explica.
71	El	zorro	perfecto.	encuentra.
72	La	luz	tierna.	ilumina.
73	El	cuento	sosegado.	alegra.
74	La	rosa	limpia.	aromatiza.
75	Los	supuestos	gloriosos.	aclaran.
76	Los	fármacos	elegantes.	llegan.
77	La	baraja	sana.	atrae.
78	El	reloj	astuto.	funciona.
79	El	local	certero.	mejora.
80	El	retoño	idóneo.	nace.
81	Las	verduras	generosas.	nutren.
82	Los	sofás	benditos.	ocupan.
83	La	gata	rica.	permanece.
84	La	casa	amigable.	reluce.
85	El	hombre	selecto.	pasa.
86	Los	jóvenes	verdaderos.	pasean.
87	Las	aguas	divertidas.	fluyen.
88	El	paisaje	jocoso.	cambia.
89	Los	espectadores	frondosos.	preguntan.
90	El	orden	valiente.	prima.
91	El	portátil	amistoso.	programa.
92	El	amigo	gustoso.	llama.
93	El	partido	apto.	concluye.
94	El	trabajo	piadoso.	acostumbra.
95	El	acto	ileso.	comienza.
96	El	paté	justo.	rellena.
97	Las	adolescentes	claras.	exploran.
98	Las	caricias	dignas.	provocan.
99	El	sermón	picado.	reconforta.
100	El	poema	activo.	rima.
101	Los	crucifijos	cachondos.	representan.
102	La	prima	mágica.	salta.
103	El	gimnasta	benigno.	saluda.
104	El	presupuesto	guapo.	establece.
105	El	momento	listo.	surge.
106	La	lengua	trabajadora.	describe.
107	Los	árboles	cómodos.	florecen.
108	Los	movimientos	saludables.	expresan.

109	La	fabada	querida.	hierve.
110	Los	tiempos	admirables.	vuelven.
111	El	ático	lógico.	atrae.
112	El	teléfono	nutrido.	comunica.
113	La	madre	marina.	organiza.
114	Los	jardines	contentos.	armonizan.
115	La	mona	culta.	ofrece.
116	Los	recuerdos	adecuados.	despiertan.
117	El	bombero	festivo.	adiestra.
118	El	aire	bello.	oxigena.
119	La	tortilla	leal.	alimenta.
120	El	escáner	ocioso.	detalla.

- Grupo de oraciones que contienen adjetivos con valencia negativa

1	El	fan	amargo.	acierta.
2	El	oso	repugnante.	duerme.
3	El	sabor	masoquista.	disgusta.
4	El	técnico	punzante.	consulta.
5	El	avestruz	nefasto.	anda.
6	Las	mujeres	cerradas.	ahorran.
7	El	gavilán	desagradable.	vuela.
8	El	olor	pesado.	asquea.
9	El	gallo	impuro.	canta.
10	La	sustancia	terca.	repele.
11	El	zumo	asesino.	aromatiza.
12	El	reportaje	cojo.	provoca.
13	El	etanol	feo.	sirve.
14	El	conejo	disgustado.	esconde.
15	El	nudo	agresivo.	ata.
16	La	azafata	quebrada.	atiende.
17	El	dolor	oscuro.	vuelve.
18	La	dama	pastosa.	besa.
19	El	topo	cretino.	cava.
20	El	gel	macabro.	chorrea.
21	Los	mulos	falsos.	duermen.
22	El	agujero	violado.	comunica.
23	El	gemelo	abrupto.	confiesa.
24	El	compromiso	sordo.	está.
25	El	portero	ligero.	controla.
26	EL	argumento	ciego.	convence.
27	La	institutriz	partida.	enseña.
28	El	queso	perverso.	cuaja.
29	El	combate	apaleado.	concluye.
30	El	código	cobarde.	cunde.
31	El	jefe	escaso.	delega.

32	Los	nombres	vagos.	despistan.
33	El	caldo	siniestro.	disgusta.
34	El	dibujo	antipático.	ofende.
35	El	político	tardío.	dirige.
36	El	lagarto	altivo.	mira.
37	El	arroyo	odioso.	emerge.
38	El	baño	brusco.	apesta.
39	El	buque	bruto.	encalla.
40	El	ataque	maloliente.	asusta.
41	El	periodista	sombrío.	entrevista.
42	El	cónyuge	tenebroso.	escolta.
43	El	novio	roto.	espera.
44	El	pez	grosero.	flota.
45	El	cocinero	hueco.	degusta.
46	El	tema	recio.	congrega.
47	La	racha	deformada.	finaliza.
48	El	material	loco.	sirve.
49	El	animal	desordenado.	agoniza.
50	El	salto	maldito.	lesiona.
51	El	líquido	dolido.	gotea.
52	Las	puertas	torpes.	guardan.
53	El	túnel	flojo.	impone.
54	La	princesa	acre.	inaugura.
55	El	comisario	agrio.	interroga.
56	Las	palabras	ásperas.	interrumpen.
57	Los	pueblos	drogadictos.	invaden.
58	El	gestor	tóxico.	invierte.
59	El	chiquillo	turbio.	juguetea.
60	El	perro	avaro.	ladra.
61	El	juramento	rabioso.	decepciona.
62	El	italiano	inservible.	liga.
63	El	trapo	malvado.	limpia.
64	El	otoño	robado.	llega.
65	La	víbora	deprimida.	ataca.
66	Las	manzanas	estúpidas.	maduran.
67	El	encuentro	dañado.	culmina.
68	Las	historias	solas.	ocurren.
69	El	cuadro	celoso.	disimula.
70	El	delfín	penoso.	nada.
71	El	latón	maligno.	destaca.
72	La	tele	boba.	estorba.
73	Las	indicaciones	trágicas.	desorientan.
74	Los	muchachos	nocivos.	bailan.
75	La	mula	basta.	rebuzna.
76	El	dependiente	destruido.	recoge.
77	El	potro	tacaño.	relincha.
78	El	burro	cínico.	rebuzna.
79	El	escritorio	ebrio.	afea.

80	Las	vecinas	ácidas.	sugieren.
81	El	mármol	infectado.	resbala.
82	El	comentarista	viscoso.	responde.
83	Los	frutos	miserables.	apestan.
84	Los	estudiantes	podridos.	conversan.
85	El	castillo	muerto.	desluce.
86	El	ruido	idiota.	resuena.
87	La	pierna	tonta.	apoya.
88	El	pájaro	seco.	canta.
89	El	viejo	arduo.	tose.
90	Las	manos	confusas.	tocan.
91	El	supermercado	molesto.	vende.
92	La	sábana	temible.	raspa.
93	El	círculo	sucio.	envuelve.
94	El	yogur	herido.	fermenta.
95	El	conductor	caduco.	maneja.
96	La	moto	pálida.	zumba.
97	El	tronco	imbécil.	resguarda.
98	La	crema	forzada.	pringa.
99	Los	pagos	ignorantes.	existen.
100	El	puente	mezquino.	permanece.
101	La	lluvia	mala.	sorprende.
102	La	viga	enferma.	cae.
103	El	helicóptero	vicioso.	despega.
104	El	mes	preso.	continúa.
105	El	verso	pelado.	disgusta.
106	El	acantilado	rechazado.	impresiona.
107	La	condesa	deshecha.	bebe.
108	El	frío	maltratado.	amaina.
109	El	ombligo	dudoso.	duele.
110	El	filósofo	explosivo.	piensa.
111	La	trenza	terrible.	cuelga.
112	La	bici	triste.	suena.
113	La	sartén	ingrata.	fríe.
114	La	dueña	destartalada.	supervisa.
115	La	compañera	raída.	vuelve.
116	El	pintor	nulo.	expone.
117	Los	compuestos	bárbaros.	contienen.
118	El	penalti	manchado.	decide.
119	La	ropa	inflexible.	cubre.
120	El	barril	obsceno.	guarda.

Anexo 4: Oraciones de relleno -o *fillers*- cortas, en su versión correcta, presentadas en los Experimentos I y II.

1	El	corazón	late.
2	La	doncella	trabaja.
3	El	marinero	desembarca.
4	El	martillo	remacha.
5	El	sendero	acorta.
6	La	navidad	alegra.
7	Las	pastillas	calman.
8	El	maestro	explica.
9	El	humo	empaña.
10	El	tinte	tiñe.
11	La	fama	sorprende.
12	La	línea	divide.
13	Los	pájaros	grazan.
14	El	arquitecto	edifica.
15	El	científico	inventa.
16	El	deportista	compite.
17	El	equipo	pierde.
18	El	médico	receta.
19	Las	vacunas	previenen.
20	El	frío	cauteriza.
21	El	chocolate	quema.
22	Las	acciones	rentan.
23	El	anuncio	convence.
24	La	estantería	aguanta.
25	El	hospital	cierra.
26	Los	sindicatos	protestan.
27	Los	peatones	cruzan.
28	El	acusado	testifica.
29	El	presidente	promete.
30	El	confesor	respeta

Anexo 5: Oraciones de relleno -o *fillers*- cortas, sintácticamente incorrectas, presentadas en el Experimento I.

1	La	cocinera	guisan.
2	El	poeta	recitan.
3	Los	clérigos	bendice.
4	La	modista	tejen.
5	Las	agujas	pincha.
6	La	tijera	cortan.
7	Los	alumnos	estudia.
8	El	empleo	aumentan.
9	Los	egipcios	embalsama.
10	El	tenista	participan.
11	La	diseñadora	dibujan.
12	El	juzgado	dictaminan.
13	La	escritora	publican.
14	El	agricultor	abonan.
15	Los	nacimientos	disminuye.
16	Las	rosquillas	engorda.
17	La	peineta	adornan.
18	El	panadero	amasan.
19	Las	pilas	contamina.
20	El	sargento	mandan.
21	El	coronel	dirigen.
22	El	protector	cuidan.
23	La	prueba	examinan.
24	Los	pueblos	festeja.
25	La	lotería	tocan.
26	Los	colegios	abre.
27	Los	documentos	informa.
28	Las	leyendas	revela.
29	Los	comerciantes	compra.
30	Las	joyas	conquista.

Anexo 6: Oraciones de relleno -o *fillers*- cortas, semánticamente incorrectas, presentadas en el Experimento II.

1	El	insecto	comercia.
2	La	maceta	canta
3	El	oso	torea.
4	La	butaca	deletrea.
5	El	tren	comercia.
6	La	tienda	combate.
7	El	clima	pellizca.
8	El	camión	escala.
9	Las	hortalizas	narran.
10	El	orador	relincha.
11	La	cometa	diseña.
12	La	araña	opina.
13	Las	piscinas	leen.
14	La	revista	salta.
15	Los	bomberos	cultivan.
16	Las	ventanas	viajan.
17	La	camisa	publica.
18	El	cangrejo	interroga.
19	Los	obreros	escuecen.
20	Las	tazas	exprimen.
21	El	coronel	flota.
22	El	protector	sueña.
23	La	prueba	come.
24	Los	pueblos	nacen.
25	La	lotería	pregunta.
26	Los	colegios	caminan.
27	Los	documentos	leen.
28	Las	leyendas	plantan.
29	Los	comerciantes	ruedan.
30	Las	joyas	sienten.

Anexo 7: Oraciones de relleno -o *fillers*- largas, en su versión correctas, presentadas en los Experimento I y II.

1	El	periódico	semanal	anuncia	catástrofes.
2	El	pantalón	vaquero	incorpora	bolsillos.
3	La	literatura	actual	combina	temas.
4	La	iglesia	jesuita	acoge	pobres.
5	La	maestra	comprensiva	admite	sugerencias.
6	La	radiografía	realizada	muestra	fracturas.
7	El	grupo	musical	saca	disco.
8	Las	botas	marrones	hacen	rozaduras.
9	El	productor	catalán	rueda	documentales.
10	La	canción	pegadiza	tiene	éxito.
11	La	resonancia	magnética	verifica	patologías.
12	La	agencia	alquilada	planifica	visitas.
13	La	furgoneta	aparcada	transporta	muebles.
14	El	futbolista	sevillano	regala	camisetas.
15	La	pareja	afortunada	recibe	premios.
16	La	apisonadora	automática	asfalta	calles.
17	La	puerta	blindada	ofrece	seguridad.
18	El	vendedor	ambulante	paga	impuestos.
19	La	niña	ingresada	presenta	quemaduras.
20	Los	peregrinos	franceses	recorren	países.
21	Los	zapatos	rosas	resaltan	mucho.
22	El	café	soluble	disuelve	bien.
23	El	teléfono	portátil	ocupa	poco.
24	El	vestido	ajustado	favorece.	
25	La	panificadora	comarcal	exporta	menos.
26	Las	aves	nocturnas	salen	tarde.
27	El	niño	consentido	aprende	despacio.
28	La	borrasca	atlántica	disminuye	mañana.
29	El	sospechoso	habitual	escapa	deprisa.
30	El	representante	americano	acude	antes.

Anexo 8: Oraciones de relleno -o *fillers*- largas, incorrectas sintácticamente, presentadas en el Experimento I.

1	El	pez	llamativo	ingieren	algas.
2	La	emisora	estropeada	emiten	señales.
3	El	cielo	nublado	predicen	tormentas.
4	Los	centros	comerciales	promociona	cosméticos.
5	Las	comedias	románticas	transmite	emociones.
6	La	esquizofrenia	paranoide	acarrear	alucinaciones.
7	El	pirómano	resentido	incendian	bosques.
8	Los	vasos	transparentes	contiene	zumos.
9	La	libertad	controladas	evita	desastres.
10	Los	cuentos	infantiles	crea	fantasmas.
11	los	jugadores	vengativos	simula	faltas.
12	El	viento	peligroso	destrozan	toldos.
13	El	mago	caprichoso	llevan	gorros.
14	El	pirata	perseguido	esconden	oro.
15	El	turista	foráneo	buscan	monumentos.
16	El	mono	tropical	comen	plátanos.
17	Los	periodistas	deportivos	relatan	partidos.
18	La	energía	nuclear	conlleven	peligros.
19	Las	tuberías	fabricadas	requiere	estaño.
20	El	artista	aclamado	reciben	aplausos.
21	El	adolescente	afable	beben	demasiado.
22	El	atropellos	fatídico	ocurren	allá
23	El	hada	bondadosa	viven	lejos.
24	El	locutor	preocupado	pronuncian	mal.
25	Las	razones	poderosas	impera	siempre.
26	El	intérprete	armado	actúan	pronto.
27	La	feria	castiza	finalizan	hoy.
28	El	astrólogo	invitado	asienten	también.
29	Los	resultados	obtenidos	parece	ciertos.
30	El	guardaespaldas	particular	caminan	detrás.

Anexo 9: Oraciones de relleno -o *fillers*- largas, incorrectas semánticamente, presentadas en el Experimento II.

1	El	conductor	novel	encuaderna	errores.
2	El	piso	restaurado	juega	impuestos.
3	El	secador	encendido	lame	luz.
4	La	gimnasta	asiática	formatea	trofeos.
5	Las	revisiones	anuales	trituran	riesgos.
6	Las	danzas	regionales	limpian	tradiciones.
7	Los	fuegos	artificiales	fuman	colores.
8	Los	cambios	constantemente	plantan	caos.
9	La	mirada	agresiva	escribe	pelea.
10	Las	velas	encendidas	sienten	olores.
11	Las	aguas	termales	alaban	vapores.
12	Las	reservas	indígenas	señalan	artesanía.
13	El	torneo	ecuestre	paralizaba	aficionados.
14	El	espectáculo	musical	fermenta	millones.
15	El	ruido	excesivo	imita	extraños.
16	La	higiene	dental	riega	caries.
17	La	casa	rural	empuja	visitantes.
18	Los	ejércitos	espartanos	pedalean	batallas.
19	Los	huesos	pelvianos	quitan	médulas.
20	El	adolescente	afable	bebe	demasiado.
21	El	atropellos	fatídico	ocurre	allá
22	El	hada	bondadosa	vive	lejos.
23	El	locutor	preocupado	pronuncia	mal.
24	Las	razones	poderosas	imperan	siempre.
25	El	intérprete	armado	actúa	pronto.
26	La	feria	castiza	finaliza	hoy.
27	El	astrólogo	invitado	asiente	también.
28	Los	resultados	obtenidos	parecen	ciertos.
29	El	guardaespaldas	particular	camina	detrás.
30	La	dieta	mediterránea	conduce	aceite.