



Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas
Departamento de Ciencias Ambientales

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

Percepción de palabras emocionales y PREs

Tesis
que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO
(ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA)**

presenta

Juan Ramiro Martínez Bonilla

Comité tutelar

Dr. Daniel Zarabozo Enríquez de Rivera (Director)

Dra. Fabiola Reveca Gómez Velázquez

Mtro. Sergio Meneses Ortega

Dr. Humberto Madera Carrillo (asesor)

Noviembre 2011

A mi ascendencia Juan Ramiro y Beatriz Elisa,
a mi compañera Adriana,
sin faltar a mi descendencia Juan Ramiro y Natalia:
motores de mi vida.

Agradezco a mis tutores por su imprescindible ayuda en la elaboración de esta tesis:

Dr. Daniel Zarabozo

Dra. Fabiola Gómez

Mtro. Sergio Meneses

También agradezco al Dr. Humberto Madera por sus invaluable asesorías.

[63]...el alma [mente] es un cuerpo formado por partes sutiles...Todo esto lo dejan en claro las facultades del alma, los sentimientos, la buena movilidad y los pensamientos, de lo que quedamos privados al morir.

[67]...no es posible pensar en la existencia de lo incorpóreo, como no sea la del vacío. Y el vacío no puede actuar ni padecer...De modo que los que califican al alma de incorpórea disparatan.

Carta a Heródoto, Epicuro de Samos, 341-270 a. C.

RESUMEN

A fin de conocer el impacto de la connotación emocional de las palabras sobre las respuestas conductuales y electroencefalográficas realizamos esta investigación. Para conseguir lo anterior, los sujetos tuvieron que realizar una tarea de juicio semántico. Observamos que ambas respuestas son moduladas por la connotación emocional de las palabras. Respecto de las primeras se encontró que las palabras negativas tuvieron el mayor número de respuestas correctas y que las palabras congruentes tuvieron menores tiempos de reacción. Respecto de las segundas encontramos que P100 y N170 reflejaron el procesamiento sensorial cerebral de las palabras. P300 fue el resultado de la categorización (congruente o incongruente) de las palabras y este componente no fue impactado por la valencia emocional de las palabras. N400 reflejó la integración semántica entre la definición y la palabra, y este componente fue modulado tanto por la connotación emocional (ya que las palabras positivas y negativas evocaron menor amplitud, es decir, un voltaje más positivo), como por la congruencia de las palabras (las palabras congruentes evocaron menor amplitud). LPC reflejó la evaluación de la respuesta conductual, este componente fue impactado por la connotación emocional de las palabras, ya que las palabras negativas y positivas evocaron un mayor voltaje que las neutras. Por lo tanto, las palabras emocionales fueron procesadas preferencialmente respecto de las neutras. Probablemente la amígdala y otras estructuras subcorticales son las responsables, al menos en parte, de la facilitación del procesamiento cerebral de las palabras con connotaciones emocionales. En suma, los resultados conductuales y electroencefalográficos (N400 y LPC) obtenidos en nuestro estudio apoyan un procesamiento semántico y emocional simultáneo, ya que probablemente los circuitos neurales representan conceptos emocionales ligados dinámicamente tanto a la información semántica como a la respuesta, por lo que nuestros resultados están en línea con la teoría bio-informacional de Lang.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	i
PREFACIÓN A TODA EMOCIÓN.....	1
¿Qué son las emociones?.....	1
Emociones y Lenguaje.....	2
El procesamiento de palabras emocionales y la teoría bio-informacional.....	3
Emociones y atención.....	11
PREFACIÓN A TODA PALABRA.....	19
El lenguaje y su diseño.....	19
Diferentes teorías acerca del lenguaje.....	20
Aproximaciones a la lectura y la escritura.....	20
Procesamiento cerebral de las palabras y PREs.....	22
ANATOMIA FUNCIONAL DE LAS EMOCIONES.....	27
Antecedentes históricos.....	27
El sistema límbico.....	28
Neuroanatomía de las palabras emocionales.....	31
ELECTROENCEFALOGRAFÍA.....	33
Introducción.....	33
Potenciales Relacionados con Eventos.....	34
PREs y procesos cognitivo-emocionales.....	36
PALABRAS EMOCIONALES.....	43
¿Las emociones y el lenguaje implican una dualidad?.....	43
Interacción entre emociones y lenguaje. Evidencia clínica.....	43
Procesamiento de palabras emocionales y PREs.....	44
Procesamiento de palabras emocionales y RMIf.....	51

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	53
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	57
MÉTODO	59
RESULTADOS.....	65
DISCUSIÓN	91
CONCLUSIONES	105
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS.....	117

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Neurociencia es comprender los procesos cerebrales que están implicados en la memoria, el aprendizaje, la habilidad motora, la percepción, la emoción, el lenguaje y la planificación cognitiva de la conducta. La Neurociencia cognitiva parte de la concepción de que toda conducta es el resultado de la función cerebral.

El lenguaje es la capacidad de los seres humanos que nos permite codificar ideas en señales para comunicarnos con otra persona. El diseño de cualquier lenguaje se basa en dos componentes básicos: palabras y reglas gramaticales. Una palabra implica una asociación arbitraria entre un sonido y un significado. Por otra parte, las palabras se clasifican como abiertas o cerradas. Las palabras abiertas se refieren a conceptos, como objetos, estados, acontecimientos, cualidades, etc., y entre ellas se encuentran los sustantivos, los verbos, los adverbios y los adjetivos. Entre las palabras cerradas se encuentran, por ejemplo las preposiciones.

Por otro lado, la emoción es una experiencia subjetiva (que consta de un componente corporal y una sensación consciente) con una determinada dirección. Como la percepción y el lenguaje el procesamiento de las emociones está mediado por circuitos cerebrales. Algunas de las respuestas que las emociones producen son inconscientes, preparan al cuerpo para la acción y comunican nuestros estados emocionales a otras personas.

Múltiples estudios -por parte de los neurolingüistas- se han dirigido al procesamiento cerebral de las palabras; en contraparte, pocos estudios han enfocado su atención al procesamiento de palabras con una valencia emocional.

Este trabajo se centrará en el estudio de las respuestas conductuales (tiempo de reacción y número de errores) y de la actividad eléctrica cerebral (Potenciales Relacionados con Eventos, PREs) asociadas con el procesamiento de palabras con valencia emocional, empleando una tarea que implica un juicio semántico, que busca relacionar la connotación emocional de las palabras con la congruencia e incongruencia observadas en este tipo de tareas.

PREFACIÓN A TODA EMOCIÓN

¿Qué son las emociones?

William James (1890) escribió en el año de 1890 su influyente libro titulado *Principios de Psicología*, en donde define de una manera contraria al sentido común que la emoción es nuestra sensación de los cambios corporales que siguen directamente a la percepción del estímulo. Hasta el momento, una cuestión capital de la neurobiología de la emoción es si las respuestas somáticas preceden a nuestra conciencia del estado emocional o si siguen a una “idea emocional” que es cognitiva (Iversen, Kupfermann, & Kandel, 2000). Pero, ¿qué se entiende por emociones hoy en día? La literatura sobre el tema presenta diversos acercamientos que, sin llegar a ser contradictorios, implican aspectos como duración, intensidad y secuencia de los elementos implicados. Así por ejemplo, la emoción se entiende como una vivencia subjetiva que se experimenta como agradable o desagradable y que se acompaña de cambios musculares, viscerales y hormonales en una determinada dirección (Alcaraz Romero & Gumá Díaz, 2002) y para Peter Lang (1995) las emociones son disposiciones para la acción y no los actos por sí mismos.

Probablemente existen tantas definiciones de emoción como autores. Kleinginna y Kleinginna (1981) después de analizar 92 diferentes definiciones sobre las emociones, propusieron la siguiente: la emoción es una clase compleja de interacciones entre factores objetivos y subjetivos, mediada por los sistemas neuronal y hormonal, que pueden (a) dar origen a experiencias afectivas como los sentimientos de alerta, placer y displacer; (b) generar procesos cognitivos como la evaluación, la identificación; (c) activar ajustes fisiológicos a las diferentes condiciones alertantes; y (d) producir una conducta que frecuentemente, pero no siempre, es expresiva, dirigida a un objetivo, y adaptable.

Los expertos establecen diferencias entre la emoción y el sentimiento, ya que mientras la primera se origina involuntariamente ante un estímulo emotivo el segundo emerge del procesamiento de emociones “sentidas”, “experimentadas” (Damasio, et al., 2000)

Emociones y Lenguaje

El que un estímulo sensorial sea considerado como emotivo e influya en nuestra percepción y conducta dependerá de su significado emocional. Entonces, ¿cómo un estímulo llega a ser emocionalmente significativo? Como un producto de la evolución, las emociones (placenteras y displacenteras) han sido caracterizadas como estados de alerta que preparan al organismo para responder a eventos, estas respuestas pueden ser de aproximación o rechazo (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001). Desde esta perspectiva, muchos estímulos emocionales obtuvieron su relevancia para la supervivencia de los organismos en el curso de la evolución (por ejemplo, los alimentos, los estímulos nocivos como serpientes, arañas o caras agresivas). Otros estímulos emocionales llegaron a ser significativos mediante el aprendizaje adquirido por asociación o por facilitación emocional, ya sea que este aprendizaje fuera innato o fuera adquirido en un contexto sociocultural a través de las relaciones interpersonales (Adolphs, 2003; Phelps, et al., 2001).

No hay duda de que los humanos aprendemos acerca de las propiedades (gratificantes o aversivas) de los estímulos mediante la experiencia directa con el estímulo. Por ejemplo, si somos mordidos por una serpiente y experimentamos los efectos de su veneno, tendremos miedo al confrontarnos nuevamente a ese estímulo. Sin embargo, también podemos aprender acerca de situaciones peligrosas o potencialmente placenteras mediante el lenguaje. Ha sido demostrado que podemos aprender a tener miedo a estímulos potencialmente peligrosos sin tener una experiencia directa con ellos mediante el aprendizaje indirecto, es decir, con la experiencia de los otros y transmitida de forma oral o escrita (Adolphs, 2003). Las representaciones simbólicas en las personas transmitidas por las palabras pueden ser suficientes para actuar como estímulos emocionales, de una manera similar a lo que ocurre durante la confrontación directa con los estímulos emocionales o con las imágenes de los mismos (Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm, 1993).

Una de las principales funciones del lenguaje es la objetivización del significado; sin embargo, los estudios psicológicos han demostrado que más allá de su aspecto denotativo

el procesamiento semántico está generalmente basado en evaluaciones emocionales. Usando la técnica del diferencial semántico, Osgood y colaboradores demostraron que las personas (incluso de diversas culturas) evalúan las palabras en función de sus connotaciones emocionales. Los análisis de esas connotaciones afectivas han revelado tres dimensiones: Evaluación, Potencia y Actividad (Osgood, 1952; Tanaka & Osgood, 1965). Estas dimensiones son la parte medular de algunas teorías que tratan de la emoción (Lang, 1979; Posner, Russell, & Peterson, 2005). El punto de vista en el cual el procesamiento de estímulos (como las palabras) activa tanto el significado semántico como emocional ha sido incorporado a los modelos de circuitos cerebrales. Estos modelos asumen que tanto el significado semántico como el emocional son almacenados en circuitos neurales que comparten información acerca de las connotaciones semánticas, pragmáticas y emocionales de los estímulos (Bower, 1981; Lang, 1979).

El procesamiento de palabras emocionales y la teoría bio-informacional

La teoría bio-informacional propuesta por Peter Lang en el año de 1979, incorpora muchos de los aspectos teóricos derivados de la investigación neurolingüística, así como los resultados de investigaciones sobre emociones realizadas en humanos y animales. La parte medular de esta teoría dice que las emociones pueden ser caracterizadas por tres dimensiones (la valencia, la alerta y la dominancia) y que los conceptos emocionales pueden ser representados y almacenados en circuitos semánticos. Esta teoría integra varios aspectos de la emoción como son el motivacional, el fisiológico, el conductual y el cognitivo. Esto ha permitido a los investigadores efectuar un análisis multi-dimensional del procesamiento cerebral emocional empleando diferentes estímulos y métodos. Aunque muchas de las bases de esta teoría las ha aportado la investigación sobre el lenguaje, Lang decidió validar su teoría principalmente mediante el procesamiento de imágenes visuales (Lang, 1979, 1995; Lang, et al., 1993).

1.1. Los sistemas motivacionales y las emociones

A diferencia de las teorías categoriales de la emoción, que favorecen una serie de emociones básicas (por ejemplo ira, tristeza, miedo, felicidad, asco, etc.), la teoría bio-informacional propone que las emociones están organizadas alrededor de dos sistemas motivacionales cerebrales, uno apetitivo y el otro de defensa. Por ejemplo, a pesar de que el miedo y la ira son estados afectivos básicos (displacenteros), tanto uno como la otra tienen su origen en el sistema de defensa. Las emociones (apetitivas o de defensa) surgen de la confrontación directa con los estímulos que promueven o amenazan nuestra vida. El sistema apetitivo es activado por estímulos que promueven la procreación, la alimentación y el cuidado, mientras que el sistema de defensa es activado principalmente por estímulos que exigen huida y ataque. Aunque la respuesta conductual a estímulos emocionales puede variar de acuerdo con el contexto social y el horizonte hermenéutico del sujeto, es originada principalmente por la activación de los sistemas apetitivo o de defensa cerebrales, de modo que las emociones son predisposiciones para la acción, preparando a los organismos para estar alertas y receptivos (Lang, 1995).

1.2. Significado emocional y circuitos semánticos

Ciertos estímulos producen representaciones y conceptos con un significado emocional, así como diversas asociaciones en la memoria. Toda esta información es almacenada en circuitos semánticos y es relacionada con el sistema motivacional del cerebro (Bradley & Lang, 2006; Lang, 1979). Se considera que el significado emocional es almacenado en los circuitos semánticos en un formato amodal, proposicional. La idea de que el significado emocional producido por los diferentes estímulos visuales (por ejemplo, imágenes o palabras) converge en una misma clase de representaciones significativas es consistente con la explicación neurocientífica que favorece un sistema de representaciones unitario y jerárquicamente estructurado (Caramazza, 1996; Vandenberghe, Price, Wise, Josephs, & Frackowiack, 1996). Se considera que en los modelos de circuitos semánticos la información es almacenada en “nodos” interconectados. Por consiguiente, Lang asume en su teoría bioinformacional (1979) que los estímulos emocionales, la respuesta emocional por parte del sujeto y las proposiciones

emocionales están representadas como nodos que están asociados mediante múltiples vías. Además, la información fisiológica (somatosensorial y autónoma) de los estados afectivos también es almacenada en tales circuitos. Estos nodos y sus asociaciones son activados cada vez que los sujetos son confrontados con eventos (internos o externos) emocionalmente significativos. Verbigracia, cuando una persona tiene un examen o lee la palabra exámen podrían producir similares respuestas y asociaciones significativas en un mismo circuito emocional del cerebro (ver figura 1.1).

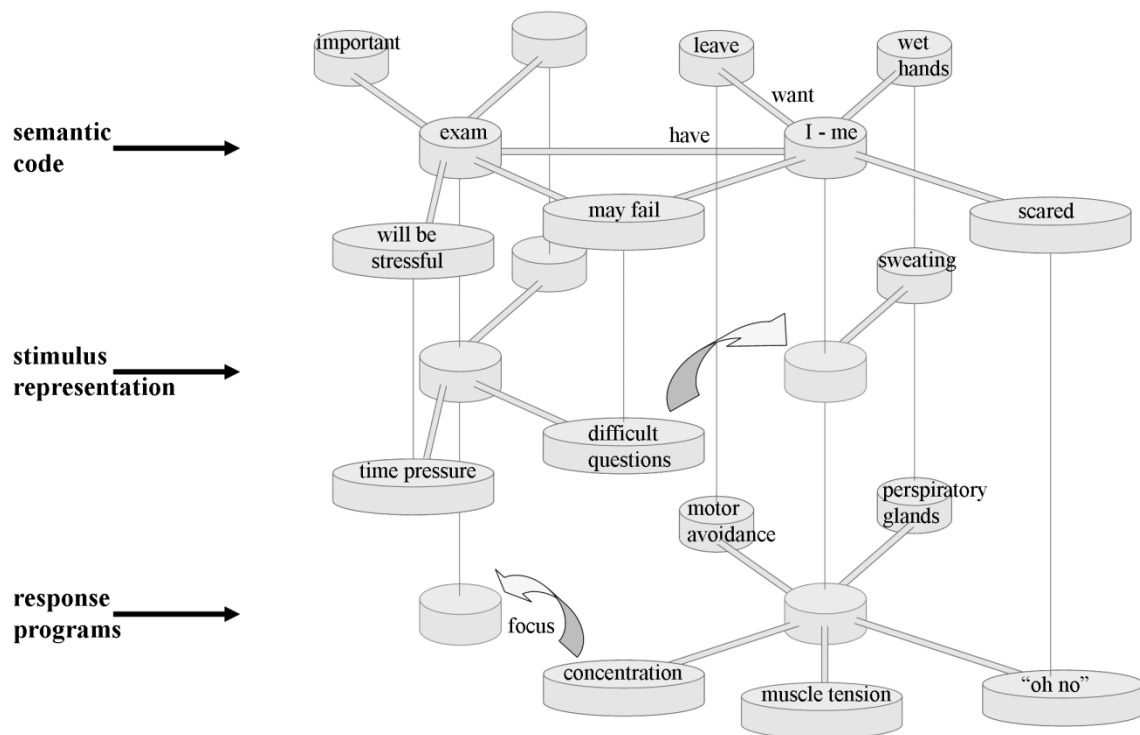


Figura 1.1 La representación de los canales neuronales de una escena emocional (examen) ilustra cómo pueden interactuar los sistemas emocional, semántico y de respuesta. La activación a cualquier nivel de un canal puede activar otros subsistemas (Kissler, 2006).

1.3. Dimensiones emocionales y el SAM

Cuando se pide a las personas que juzguen los estímulos de acuerdo con su significado emocional, múltiples estudios sobre el procesamiento del lenguaje han revelado consistentemente tres factores, 'Evaluación' (bueno-malo), 'Fuerza' (fuerte-débil) y 'Actividad' (tenso-relajado), los dos primeros factores explican la mayor parte de la variabilidad (Osgood, 1952; Shaver, Schwartz, Kirson, & O'Connor, 1987). Basándose en los primeros estudios sobre el procesamiento del lenguaje emocional Lang y sus colegas extendieron dichas investigaciones con diferentes tipos de estímulos como son las imágenes emotivas (IAPS, International Affective Picture Systems, por sus siglas en inglés), los sonidos (IADS, Affective Digitized Sound System, por sus siglas en inglés) y las palabras (ANEW, Affective Norms of English Words, por sus siglas en inglés), (Bradley & Lang, 1999, 2000a; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). Los resultados consistentemente revelan tres dimensiones emocionales: valencia, alerta y dominancia; la valencia y la alerta tienen el mayor impacto. Estos factores o dimensiones (sobre todo la valencia y la alerta) pueden ser vistos como la activación motivacional de los dos sistemas cerebrales ya mencionados (apetitivo y de defensa). La dimensión valencia indica cuál de los dos sistemas motivacionales está activo, oscila entre placer y displacer y puede ser dirigida hacia (motivación placentera, emoción placentera) o en contra (motivación aversiva, emoción displacentera) del estímulo. A diferencia de la valencia, la dimensión alerta es inespecífica e indica la intensidad con la cual es activado el sistema motivacional apetitivo o de defensa. La alerta emocional oscila entre la calma y el apasionamiento. La fuerza del compromiso emocional y la fuerza de la respuesta emocional producida por un estímulo son consideradas en la dimensión de alerta (Bradley & Lang, 2006).

Con el fin de obtener valoraciones estandarizadas de las dimensiones bipolares de valencia, alerta y dominancia Lang desarrolló en el año de 1980 el SAM (Self-Assessment Manikin, por sus siglas en inglés). A diferencia de la técnica del diferencial semántico que se encuentra ligada a la cultura, el SAM proporciona una evaluación de la emoción que no se encuentra ligada a la cultura. Las escalas del SAM que miden la valencia y la alerta tienen una correlación muy alta (0.9) con las dimensiones de 'Evaluación' y 'Potencia' de

la técnica del diferencial semántico de Osgood y colaboradores, proporcionando un constructo de alta validez (Bradley & Lang, 1994; Lang, et al., 2008). El SAM proporciona una representación gráfica de las tres dimensiones emocionales en una escala de 9 puntos. La escala del SAM que representa la valencia oscila entre una figura sonriente, feliz y una figura desdichada. Para la dimensión de alerta el SAM varía entre una figura relajada, somnolienta y una figura excitada, atenta. Por último, para la dimensión de dominancia, el SAM oscila entre una pequeña figura (me siento dominado por la situación) y una gran figura (domino completamente la situación). Cada escala contiene cinco figuras que están separadas por cajas. Los sujetos pueden seleccionar cualquier calificación del 1 al 9. Las calificaciones que son marcadas con el número 9 representan una valoración alta en cada dimensión (alto placer, alta alerta, alta dominancia) y las calificaciones que son marcadas con el número 1 representan un alto displacer, una baja alerta o una baja dominancia. La evaluación de cada estímulo deberá representar la experiencia personal inmediata (Figura 1.2).

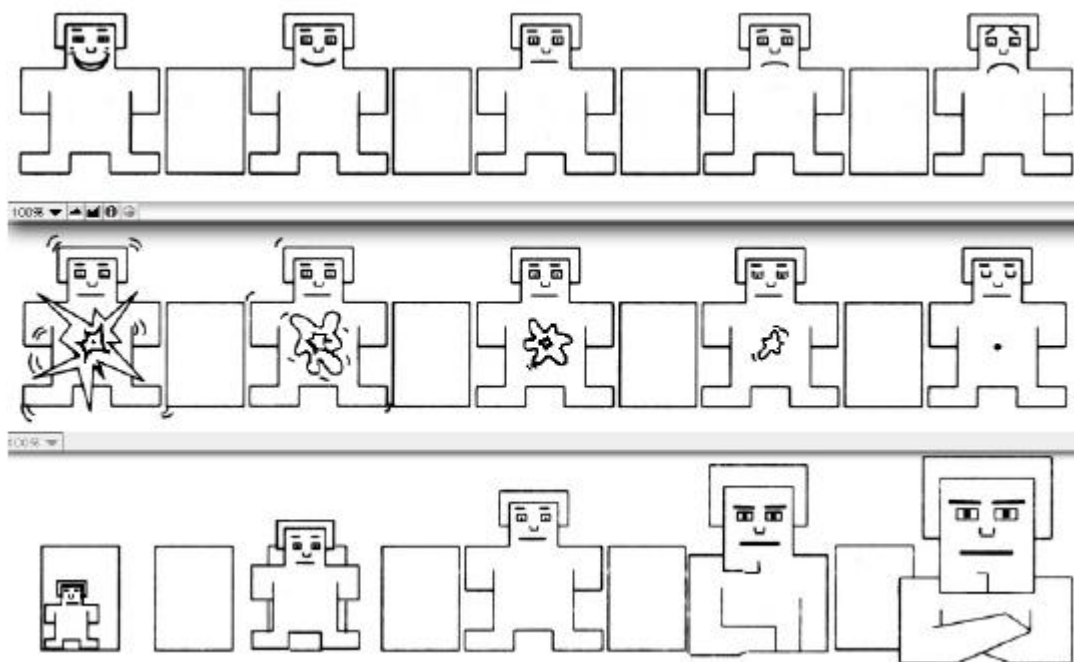


Figura 1.2 El SAM utilizado para calificar las dimensiones afectivas de valencia (panel superior), alerta (panel central), y dominancia (panel inferior).

1.4. El SAM y las escalas Likert

Las escalas Likert son utilizadas frecuentemente por los investigadores para medir las actitudes, las emociones; estas escalas dan un rango de respuestas a una pregunta y asumen que los sujetos asignaran de manera inequívoca números a estímulos psicológicos. El SAM es un tipo de escala Likert, donde hay 9 categorías de respuestas que van del 1 (muy displacenteras) al 9 (muy placenteras) en la dimensión Valencia, por ejemplo. Las escalas Likert son ordinales, ya que sus variables representan series ordenadas de acuerdo con sus relaciones. Los numerales empleados en estas escalas no son cunatitativos, sino que indican sólo la posición en la serie ordenada y no “cuál es” la diferencia entre las posiciones sucesivas de la escala; por lo que los intervalos entre los valores no pueden considerarse iguales, aunque frecuente e incorrectamente se asume que lo son. Así que, es ilegítimo inferir que la intensidad de las emociones entre la calificación 9 y la 8 es equivalente a la intensidad de las emociones entre las calificaciones 7 y 6, por ejemplo. Esto es importante, ya que las estadísticas descriptivas o inferenciales son diferentes para las variables ordinales y para las de intervalo. Al utilizar un análisis estadístico inadecuado aumentan las posibilidades de obtener conclusiones inadecuadas acerca de los resultados de una investigación. Para las variables ordinales solo se puede utilizar la moda y la mediana. Le media y la desviación estándar son inapropiadas para los datos ordinales. Los datos ordinales pueden expresarse con porcentajes y frecuencias. Las pruebas no paramétricas son las adecuadas para las escalas ordinales. Sin embargo, algunos autores consideran que el tamaño de la muestra y su distribución son más importantes que el tipo de escala al momento de determinar el uso de las estadísticas paramétricas. Tratar las escalas ordinales como de intervalo ha sido muy controversial (Jamieson, 2004) y muy frecuente.

1.5. El espacio afectivo

La distribución de las diferentes clases de estímulos emocionales (imágenes, sonidos y palabras) dentro de un espacio afectivo bidimensional es en forma de U. Esta distribución es dibujada dentro del espacio afectivo de una manera cartesiana con el eje de las y representando la valencia y con el eje de las x representando la alerta. El análisis de

regresión ha revelado una relación lineal entre las valoraciones de la valencia y las de alerta, cuando se analizan los estímulos positivos y negativos por separado. Los estímulos muy alertantes usualmente reciben calificaciones en la dimensión de la valencia de muy placenteros o muy displacenteros; en cambio, los estímulos poco alertantes generalmente son considerados como neutrales (Ito, Cacioppo, & Lang, 1998b; Kissler, Assadollahi, & Herbert, 2006). Los juicios subjetivos de la valencia y la alerta covarían con la actividad en el sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático) y en el sistema nervioso central, apoyando el punto de vista de una base neuronal para estas dos dimensiones emocionales. Por ejemplo, las imágenes placenteras y displacenteras que son calificadas como muy alertantes (imágenes eróticas y de mutilaciones) producen activación de diversos sistemas del cuerpo. Mientras la actividad electromiográfica de los músculos faciales y la frecuencia cardiaca es activada de manera diferente por una valencia placentera o displacentera, la conductancia de la piel y la actividad cortical medida mediante EEG se incrementan linealmente con los cambios de la dimensión de alerta (Hamm, Schupp, & Weike, 2003).

1.6. Estímulos emocionales e individuos

Las investigaciones demuestran que existen diferencias individuales en el procesamiento de los estímulos emocionales. Por ejemplo, los sujetos con depresión o ansiedad responden con mayor fuerza a los estímulos displacenteros que a los placenteros y neutros, mientras que los sujetos sanos prefieren los estímulos placenteros (Chastain, Seibert, & Ferraro, 2001; Taylor, 1991). También han sido reportadas diferencias de género, en las que los hombres califican como muy placenteros a estímulos sexuales, mientras que las mujeres califican como muy displacenteras y alertantes imágenes relacionadas con amenazas y victimización. Las calificaciones otorgadas a los estímulos también varían a través de la vida, ya que los ancianos generalmente juzgan a los estímulos displacenteros como más alertantes que los placenteros, lo que se explica porque la ansiedad aumenta con la edad (Cuthbert, et al., 2003). Se ha demostrado que el estrés aumenta la memoria para las palabras emocionales y no para las neutras (Jelicic, Geraerts, Merckelbach, & Guerrieri, 2004). En suma, existe gran cantidad de evidencia que

sugiere que los sistemas apetitivo y de defensa son activados de manera diferente dependiendo del género, la edad y el estado emocional de los sujetos.

La gran sensibilidad del sistema apetitivo y del de defensa puede ser debida a lo que ha sido llamado '*negativity bias*' y '*positivity offset*'. De acuerdo con este punto de vista, los dos sistemas motivacionales tienen diferentes características en cuanto a su sensibilidad. Mientras el sistema de defensa es más enérgico con altos niveles de alerta emocional ('*negativity bias*', en inglés original) el sistema apetitivo es más enérgico con bajos niveles de alerta emocional. El '*negativity bias*' ha sido explicado en términos evolutivos: la evasión ante los estímulos negativos es más crítica para la supervivencia que la aproximación ante estímulos positivos o neutros ('*positivity offset*', del inglés original), (Ito & Cacioppo, 2005; Ito, et al., 1998b). Los resultados de los experimentos apoyan estos argumentos, ya que las imágenes displacenteras del IAPS calificadas por los sujetos como muy alertantes provocan grandes respuestas eléctricas en la corteza cerebral, mientras que las imágenes placenteras y las neutras no producen dichas respuestas (Carretié, Mercado, Tapia, & Hinojosa, 2001; Ito, Larsen, Smith, & Cacioppo, 1998a). Por el contrario, una mayor actividad eléctrica cerebral es producida por el material placentero que tiene un bajo nivel alertante en relación con los estímulos displacenteros o neutros (Ito & Cacioppo, 2005). Aunque debe tomarse en cuenta que las evaluaciones emocionales por parte de los sujetos pueden ser influidas dependiendo de cómo sea percibida la intensidad de la alerta del estímulo (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1992).

Por otra parte, se ha asumido que ambos sistemas (apetitivo y de defensa) son activados recíprocamente: si el sistema de defensa es activado, el sistema apetitivo es inhibido y viceversa. Así que, en el contexto de un estado de motivación aversiva, los estímulos displacenteros deberán tener una alta probabilidad de acceder a las asociaciones y programas cerebrales más que los estímulos placenteros (Lang, 1995). Esto ha sido llamado 'priming' emocional o motivacional. A semejanza del 'priming' utilizado en la investigación cognitiva (Collins & Loftus, 1975) y consistente con el concepto de que las proposiciones emocionales significativas son almacenadas en canales emocionales, el 'priming' emocional es mencionado como el proceso mediante el cual una exposición

previa a un estímulo emocional hace que los conceptos y los programas de acción estén más asequibles mientras estén relacionados con el mismo sistema motivacional.

Emociones y atención

1.1 Palabras preliminares

El procesamiento cerebral de los estímulos emocionales influye en las funciones cognitivas como la percepción y la atención. Así por ejemplo, cuando las personas observan las imágenes del IAPS ponen más atención a las que presentan un contenido displacentero o placentero que a las neutras, en otras palabras, las imágenes emocionales son observadas durante más tiempo que las neutras, tienen tiempos de reacción más lentos, así como mayor amplitud en los componentes de los PREs. Por lo anterior, ha sido propuesto que la atención está determinada básicamente por la motivación, es decir, que los estímulos capturan y guían la atención por medio de su importancia emocional/motivacional. Desde una perspectiva filogenética la captura de la atención por parte de los estímulos emocionales se considera vital para la supervivencia. La atención motivada permite una rápida detección y discriminación de los estímulos emocionalmente relevantes de aquellos que no lo son, con el propósito de responder rápidamente con una conducta de aproximación o de evitación (Lang & Davis, 2006).

La hipótesis de la 'atención motivada' incluye una serie de predicciones que están relacionadas con los mecanismos de selección selectiva. Los diferentes modelos que explican la atención asumen que la atención visual está limitada tanto en el espacio como en el tiempo. Por ello, los estímulos tienen que competir por recursos cerebrales a fin de ser el foco de la atención. Por esta razón, sólo algunos estímulos son reconocidos conscientemente y analizados con más detalle (Chun & Potter, 1995). Los investigadores proponen la existencia de dos tipos de atención: pasiva y activa. La atención pasiva es guiada por el estímulo y depende de un procesamiento '*bottom-up*', en paralelo, el cual es automático y rápido; esta clase de atención está presente cuando una palabra o imagen no tienen que ver con los objetivos del sujeto, sin embargo provocan su atención. La

atención activa está dirigida a un objetivo, tiene un control voluntario, es lenta y en contraste con la atención pasiva es caracterizada como un proceso *'top-down'*, serial, el cual es iniciado por las instrucciones de la tarea o por la intención de los sujetos. Este tipo de atención se considera consciente (Öhman, et al., 2001).

1.2 Atención y PREs

El impacto de la atención motivada sobre la percepción y la atención ha sido estudiado mediante estudios con PREs y con técnicas de neuroimagen. El procesamiento selectivo de las palabras emocionales respecto de las neutras es reflejado en el tamaño de los componentes tempranos y tardíos de los PREs. Se asume que las respuestas corticales covarían positivamente con la cantidad de procesamiento cerebral. A mayor amplitud se consideran mayores los recursos cerebrales implicados en el procesamiento. Se acepta que los componentes de los PREs reflejan la codificación, el procesamiento semántico y la actualización en la memoria de los estímulos; y que esos componentes son modulados por mecanismos de atención selectiva. Los PREs han mostrado de manera consistente dos componentes relacionados con la atención ante imágenes emocionales, sin embargo, la evidencia de una modulación similar producida por las palabras emocionales es menos contundente. El primero de ellos se conoce como EPN (early posterior negativity), tiene su pico entre los 200 y 300 ms y aparece sobre en las regiones occipitotemporales. El segundo se conoce como LPP, tiene su pico a los 500 ms en las áreas centroparietales (Kissler, Herbert, Winkler, & Junghöfer, 2009).

1.3 La amígdala y la atención

Muchas de las suposiciones respecto de la organización del sistema motivacional cerebral fueron hechas en modelos animales que ponían especial énfasis en la relevancia de la amígdala durante el procesamiento del miedo (Lang, 1979; LeDoux, 2000). Sin embargo, la evidencia de las investigaciones en humanos muestra que la amígdala no está especializada en el procesamiento del miedo sino que responde a cualquier información emocionalmente relevante, ya sea placentera o displacentera. Además del procesamiento del miedo, probablemente la amígdala tiene una función más general: la de alertar al

organismo hacia estímulos conspicuos guiando al procesamiento sensorial, una vez que esos estímulos han sido identificados como emocionalmente significativos (Sander, Grafman, & Zalla, 2003).

La amígdala recibe de y proyecta información a varias estructuras corticales y subcorticales del cerebro, las cuales juegan un rol crucial en la percepción, atención, memoria y en la modulación de las respuestas del sistema nervioso autónomo. La amígdala también tiene conexiones con el sistema de alerta del cerebro incluyendo el sistema colinérgico del tallo cerebral y del prosencefalo. Las neuronas del sistema de alertamiento inervan amplias áreas de la corteza cerebral. El alertamiento juega un papel importante en el procesamiento de casi todos los tipos de información. Así que, una vez que la amígdala es activada por un estímulo emocional puede indirectamente aumentar el procesamiento sensorial activando el sistema de alertamiento (Gallagher & Holland, 1994).

En lo que respecta a las aferencias sensoriales, la amígdala responde a todos los estímulos visuales, somatosensitivos, auditivos y viscerales. La mayoría de la información de los órganos sensoriales alcanza la amígdala a través de dos vías (ver Figura 1.3).

Del tálamo la amígdala recibe información exteroceptiva procesada de manera gruesa y rápida. Por consiguiente, la evaluación de las aferencias sensoriales tiene lugar de acuerdo con las características más simples de los estímulos y de una manera inconsciente. A esta vía se le conoce como tálamo-amígdala (LeDoux, 2000). Los trabajos empíricos han subrayado el rol de esta vía en el miedo condicionado, así como también en la facilitación de la detección del miedo evocado por estímulos subliminales (Liddell, et al., 2005). La vía tálamo-amígdala tiene capacidades limitadas de codificación sensorial. Con la información que proviene del tálamo la amígdala no puede discriminar entre una serpiente y un palo (Öhman, et al., 2001).

Vías sensoriales

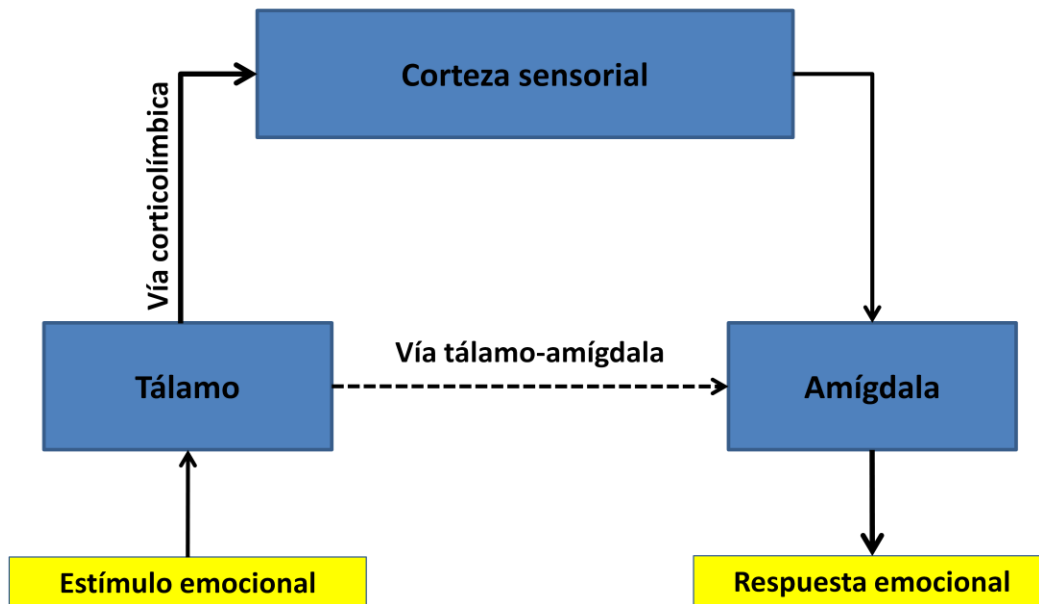


Figura 1.3 Vías sensoriales involucradas en la percepción consciente e inconsciente de los estímulos emocionales (adaptado de LeDoux, 2000).

La evidencia empírica a favor de una vía primaria de procesamiento subcortical ha sido validada hasta ahora con estímulos que producen miedo (como caras amenazantes, o imágenes de serpientes y arañas). Para otros tipos de estímulos emocionales como imágenes o palabras, la facilitación en la detección de los estímulos emocionales parece ser no sólo subcortical sino que se apoya además en la codificación de los estímulos en otras regiones cerebrales como la corteza visual, con la cual la amígdala tiene importantes conexiones. Naccache y sus colaboradores registraron los potenciales directamente de la amígdala en respuesta a palabras emocionales. Tres pacientes epilépticos con electrodos profundos colocados para una evaluación antes de la cirugía fueron sometidos a una tarea de decisión emocional con una serie de palabras amenazantes y no amenazantes presentadas subliminal y supraliminalmente. En los tres pacientes se registraron grandes potenciales sólo ante las palabras amenazantes alrededor de los 800 ms en la condición subliminal y a los 600 ms en la supraliminal (Naccache, et al., 2005).

La amígdala también recibe información sensorial de las áreas terciarias de la vía visual ventral. En contraste con la vía tálamo-amígdala, la información que llega a la amígdala por la vía corticolímbica está altamente procesada. Las aferencias de la amígdala también alcanzan estas áreas, así como las áreas visuales primarias y secundarias, abarcando todos los niveles de la vía ventral del procesamiento visual (ver Figura 1.4).

De esta manera, la amígdala comparte proyecciones recíprocas de retroalimentación con las áreas visuales terciarias y envía proyecciones unidireccionales a las etapas tempranas del procesamiento visual (Amaral, Behniea, & Kelly, 2003). Las eferencias de la amígdala también alcanzan las áreas de asociación polimodal del sistema de la memoria como el hipocampo, el parahipocampo, y la corteza prefrontal medial y la orbitofrontal. Estas áreas cerebrales son responsables de la integración de la información emocional con otros tipos de información como la sensorial, la cognitiva y la relacionada con la memoria (Barbas, 2000).

Vía corticolímbica Proyecciones directas y bidireccionales entre la amígdala y la corteza visual

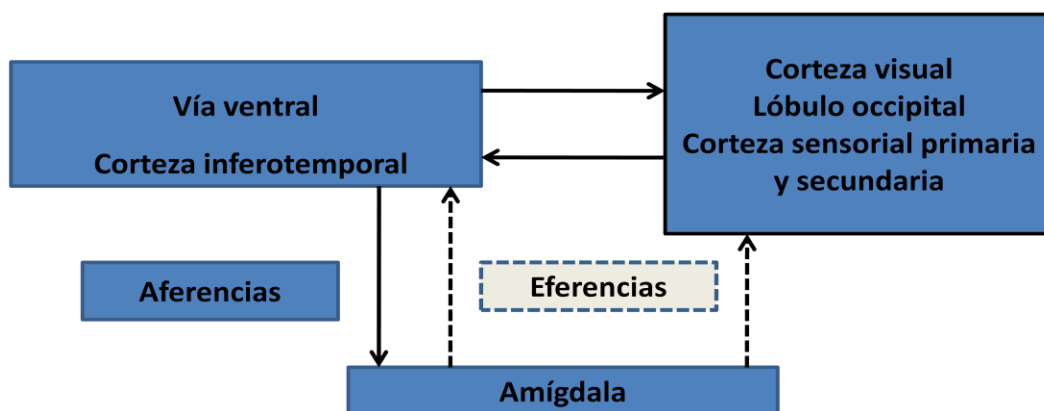


Figura 1.4 Vías corticolímbicas involucradas en la percepción visual de los estímulos emocionales (adaptado de Amaral, 2003)

1.3 Procesamiento visual y atención

Cuando un estímulo entra a la corteza visual la información es procesada de manera diferente en las dos principales vías visuales (ver Figura 1.5). La **vía ventral** es proyectada desde el área visual primaria hasta la corteza temporal inferior y a las estructuras de la corteza frontal inferior, se encarga del reconocimiento ('qué') de los objetos y caras, así como del color. Mientras que la **vía dorsal** se proyecta a la corteza parietal posterior y las regiones superiores de la corteza prefrontal, en ella se analizan la localización ('dónde') de los objetos y sus movimientos en el espacio (Ungerleider & Haxby, 1994). Por lo tanto, para que percibamos visualmente el mundo exterior deben ponerse en funcionamiento extensas redes neuronales que comuniquen la corteza visual primaria con las áreas de asociación temporal y parietal; asimismo, es necesaria la participación de la corteza prefrontal, encargada de organizar y planear las conductas del individuo. Estas redes corticales también se proyectan hacia estructuras subcorticales como son el tálamo, la amígdala, los ganglios basales y el cerebelo (Giménez-Amaya, 2000).

Los estudios de neuroimagen que investigan sobre atención visual sugieren que la atención manejada por el estímulo (atención pasiva) y la atención dirigida a un objetivo (atención activa) son controladas por distintos sistemas cerebrales, aunque con interacciones mutuas. Durante la visión normal, la atención activa ("*top-down*") es procesada en la vía dorsal, incluyendo la corteza intraparietal y la corteza frontal superior. La atención pasiva ("*bottom-up*") activa la vía ventral, así como la cortezas frontal inferior y temporoparietal, esta activación esta lateralizada al hemisferio derecho. Este sistema está especializado en la detección de estímulos relevantes, particularmente cuando son inesperados. Este sistema frontoparietal actúa como un interruptor para el sistema dorsal, dirigiendo la atención a los estímulos conspicuos (Corbetta & Schulman, 2002).

A pesar de que la información visual es procesada por dos vías diferentes, mucha de la información relativa al "qué" y al "dónde" es procesada en paralelo, es decir, existen conexiones directas entre la vía ventral y la dorsal (Ungerleider & Haxby, 1994), (ver la Figura 1.5, las flechas punteadas). Los estudios de neuroimagen sugieren que la amígdala

facilita el procesamiento de los estímulos emocionales mediante sus proyecciones directas a las diferentes regiones de la vía ventral. Dichos estudios han reportado un aumento de la actividad en la amígdala y en la corteza visual extraestriada (por ejemplo en el giro fusiforme y en la región temporal inferior) durante el procesamiento de caras con miedo y con alegría, y no con caras neutrales, así como con imágenes del IAPS placenteras y displacenteras a diferencia de las imágenes neutrales. (Junghöfer, Schupp, Stark, & Vaitl, 2005; Lang, Bradley, Fitzsimmons, et al., 1998; Sabatinelli, Bradley, Fitzsimmons, & Lang, 2005).

Vías ventral y dorsal del procesamiento visual

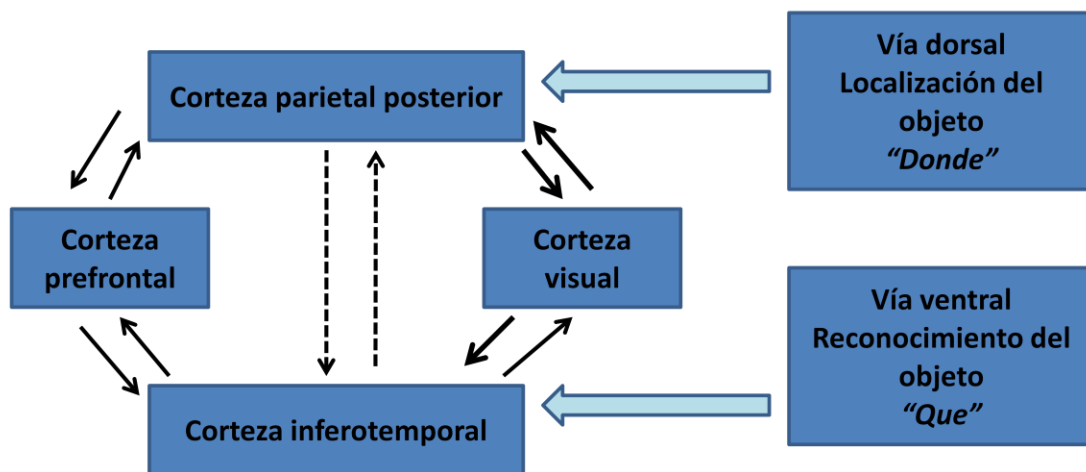


Figura 1.5 Las vías de procesamiento visual dorsal y ventral (adaptado de Ungerleider, 1994).

Otros estudios de neuroimagen han encontrado también un aumento de la activación de las estructuras de la corteza prefrontal medial, así como de la corteza cíngula anterior lo que sugiere un impacto del procesamiento de los estímulos emocionales sobre los sistemas de la atención encargados de dirigir y mantener la atención sobre el estímulo significativo (Lane, Fink, Chau, & Dolan, 1997; Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan,

2001). La activación de las estructuras de la corteza prefrontal medial ha sido observada también con palabras emocionales (Cato, et al., 2004).

Los resultados anteriores sugieren una participación de los circuitos frontolimbicos en el procesamiento de los estímulos emocionales y están en línea con el punto de vista de dos vías corticolimbicas que modulan el procesamiento selectivo de los estímulos afectivos: a) la amígdala mediante sus conexiones directas y bidireccionales con la corteza sensorial puede amplificar el procesamiento de los estímulos modulando la atención pasiva y favoreciendo la codificación de dichos estímulos, b) además la amígdala y la corteza prefrontal medial pueden favorecer o suprimir el procesamiento de la información afectiva en concordancia con la tarea y las demandas conductuales (Lane, et al., 1997).

En suma, los hallazgos de estos trabajos han sido tomados como evidencia de que la amígdala modula en forma temprana el procesamiento de los estímulos con connotaciones placenteras o displacenteras. La amígdala asegura que los estímulos emocionales obtengan un acceso prioritario en su procesamiento, al parecer guiando la atención selectiva.

PREFACIÓN A TODA PALABRA

El lenguaje y su diseño

Actualmente se considera el lenguaje humano como un método, no instintivo, para comunicar ideas, emociones y deseos por medio de un sistema de símbolos producidos de manera deliberada (Sapir, 1988). O bien, el lenguaje natural es un sistema que permite a la persona que habla evocar modelos cognitivos en la persona que escucha mediante la sistemática combinación de sonidos vocales o mediante signos visuales (Kutas, Federmeier, Coulson, King, & Münte, 2000). El diseño del lenguaje se base en dos componentes: palabras y gramática. La *gramática* es el sistema que especifica cómo las unidades del vocabulario se pueden combinar para formar palabras, frases, oraciones. La gramática se divide en tres ramas principales: (a) la *morfología* es el estudio de las normas que permiten la formación de las palabras, (b) la *sintaxis* consiste en las reglas para combinar las palabras en sintagmas y oraciones, y (c) la *fonología* consiste en una series de reglas que combinan sonidos para producir un patrón constante en el lenguaje (Dronkers, Pinker, & Damasio, 2000).

1.1. ¿Qué es una palabra?

Una *palabra* es una asociación arbitraria entre un sonido y un significado (Dronkers, et al., 2000). O también, las *palabras* (o categorías léxicas) son los constituyentes finales a que puede llegar el análisis sintáctico de una oración. Existen dos tipos de palabras: (a) las de clase abierta poseen un significado léxico, se incluyen los adverbios, adjetivos, sustantivos, verbos e interjecciones, y (b) las de clase cerrada cuyo significado es sintáctico e incluyen los artículos, numerales, pronombres, preposiciones y conjunciones (Leal-Carretero, 2003). Para los lingüistas la unidad fundamental del lenguaje son los fonemas; éstos son definidos como las unidades más pequeñas del habla, que producen una diferencia en el significado de la palabra. Así, los fonemas al combinarse forman morfemas, éstos al combinarse forman lexemas (es decir, palabras), las palabras forman frases y las frases oraciones (Federmeier, Kluender, & Kutas, 2003).

Diferentes teorías acerca del lenguaje

Se afirma que el lenguaje humano presenta dos características que lo diferencian de otras especies. La primera es que sólo la comunicación humana es simbólica, es decir, los símbolos lingüísticos tienen la función de modificar la atención y el estado mental de los otros. La segunda es que la comunicación humana posee reglas gramaticales. Mientras la gramaticalización en los humanos es un proceso social-cognitivo, el uso de signos en los animales es instintivo. Existen tantas lenguas como grupos humanos, se calcula que existen más de 6,000 (Herrmann, Call, Hernández-Lloreda, Hare, & Tomasello, 2007; Tomasello, 2003).

La teoría de la Gramática Generativa Transformacional de Chomsky (1974) es una de las teorías que tratan de explicar la adquisición del lenguaje, ésta se enfoca sólo en la cuestión gramatical y sus argumentos son lógicos. En cambio, para la teoría utilitarista el ser humano ha desarrollado habilidades que le permiten utilizar símbolos lingüísticos, sonidos arbitrarios. Para esta última teoría, la gramática es tanto un suceso histórico-cultural originado recientemente en la evolución humana como un producto de la selección natural; en otras palabras, no hay una adaptación biológica a la gramática (Lieberman, 2003; Tomasello, 1995, 2003). Ontogénicamente la adaptación humana a la comunicación simbólica emerge en todas las culturas al año de edad. Tres habilidades sociales son importantes para la adquisición del lenguaje: (a) el cuadro de la atención colectiva, (b) la comprensión de las intenciones comunicativas de los otros, y (c) el aprendizaje cultural en la forma de inversión del rol imitativo (Bruner, 1975; Tomasello, 2003).

Aproximaciones a la lectura y la escritura

Se acepta que la lectura y la escritura representan desarrollos recientes en la historia de la humanidad y que desde una perspectiva ontogénica son adquiridas mucho después que el habla. Las habilidades para la lectura y la escritura son consideradas como logros culturales, y durante la adquisición de esas habilidades ha emergido una considerable especialización en el cerebro humano (Dehaene, Cohen, Sigman, & Vinckier,

2005; Schlaggar & McCandliss, 2007). La lectura es un proceso secundario que utiliza las capacidades del procesamiento del lenguaje oral adquiridas en etapas tempranas de la vida una vez que el análisis cerebral de la forma de la palabra es completado; es decir, la lectura no es un sistema paralelo al lenguaje oral sino que se construye a partir de él (Perfetti, 1999; Perfetti & Sandak, 2000).

La comprensión del lenguaje escrito puede ser considerada desde dos perspectivas; en la primera se encuentra el sistema escrito y en la segunda se encuentran los procesos cognitivos que resultan de la lectura. (Perfetti, 1999). El *sistema escrito* determina de una manera general cómo las unidades de la escritura se conectan con las unidades del lenguaje. Estos sistemas se clasifican en tres categorías: alfabético, silábico y logográfico. En los sistemas alfabéticos (como el romano, el griego, el hebreo, el árabe) la unidad más pequeña del sistema escrito (la letra) se corresponde con la unidad sin significado del habla (el fonema). El alfabeto romano es usado, por ejemplo, en la escritura del inglés, alemán, español, francés. El sistema escrito (mediante la forma de sus letras y de su estructura ortográfica) es importante ya que influenciará el proceso cerebral de la identificación de las palabras escritas (Perfetti, 1999; Perfetti & Sandak, 2000).

Para la comprensión de la escritura se necesitan dos procesos cerebrales, el primero identifica las palabras (el proceso más representativo de la lectura) y el segundo ensambla esas palabras en mensajes. El proceso de identificación de las palabras se inicia con el estímulo visual. El estímulo visual (una cadena de letras) es dirigido por un proceso que responde a varias características básicas (líneas, ángulos, contornos) y a las relaciones entre las letras específicas de las palabras (Perfetti, 1999). En los modelos tradicionales de la cognición humana, las palabras están almacenadas en el *lexicón*, el repertorio memorizado de las formas de las palabras y de sus significados (Jackendoff, 1999). La lectura exitosa de una palabra ocurre cuando el estímulo visual es identificado con una palabra del lexicón. En la identificación de una palabra deberá haber una coherencia entre el aspecto ortográfico y el fonológico (Perfetti, 1999).

La Teoría de la Ruta Dual postula que existen dos diferentes vías que van desde la identificación de la palabra hasta su acceso semántico. Después de un análisis perceptual

de bajo nivel e identificación de las letras, la información es pasada a las vías lexical y fonológica. La vía lexical inicia con un análisis ortográfico de la palabra (de la secuencia de las letras), a continuación el código ortográfico es identificado en el lexicón ortográfico. El resultado es pasado al sistema semántico. Una vía proporciona un contacto directo del estímulo visual al lexicón. Si la palabra no existe en el lexicón ortográfico, una vía menos eficiente está disponible. Esta vía convierte los grafemas (uno a uno o en cadenas) en fonemas, los cuales son utilizados para generar una representación fonológica. Posteriormente esta información puede ser pasada al lexicón fonológico donde la palabra puede ser identificada. De aquí pasa al sistema semántico. La primera ruta también se le conoce como la ruta “dirigida” o “directa”, y la segunda, como la “ensamblada”. Este modelo propone que existen múltiples conexiones entre el lexicón ortográfico y el fonológico que les permiten interactuar. Aunque ambas rutas son activadas en paralelo, la vía directa es la más rápida y la encargada de procesar las palabras con alta frecuencia de uso. Para las palabras de baja frecuencia la vía directa es lenta, por lo que, se da oportunidad a la ruta del ensamblado de primero procesar su forma fonológica. Las palabras irregulares al no poder procesarse por la vía del ensamblado, tienen que esperar para acceder a la ruta directa (Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993; Paap & Noel, 1991).

El rol de la información fonológica, su efecto facilitador en el procesamiento de las palabras escritas es un punto de debate entre los psicolingüistas (Grainger & Ferrand, 1994).

Procesamiento cerebral de las palabras y PREs

Según Kutas y Federmeier (2000) los lingüistas tradicionalmente se han enfocado en los principios generales de la organización del lenguaje y, por lo tanto, han dejado de lado su producción en el tiempo y en el espacio. Sin embargo, el procesamiento cerebral del lenguaje necesariamente tiene lugar en el tiempo y en el espacio. Por lo que, una serie de palabras separadas por diversos períodos es tratada de manera diferente por el cerebro y por el lingüista.

Ahora bien, muchas regularidades han sido observadas en el lenguaje, ¿pero estas regularidades son procesadas por el cerebro? Se acepta que los subprocesos del lenguaje en el cerebro son efectuados por diferentes substratos anatómicos y fisiológicos los cuales generan distintos patrones de actividad biológica. Estos patrones pueden ser detectados mediante métodos sensibles a fluctuaciones en la actividad electromagnética y hemodinámica: potenciales relacionados con eventos (PREs), tomografía con emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), imagen con resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés), etc.

Las técnicas con alta resolución espacial, como la PET y la fMRI, ayudan a localizar áreas importantes para el procesamiento del lenguaje. Por otra parte, las técnicas con alta resolución temporal, como los PREs y el rastreo ocular, ayudan a revelar cómo el procesamiento del lenguaje se desarrolla en el tiempo. Además, los estudios de los pacientes con cerebros lesionados ayudan a comprender cuáles áreas son necesarias o suficientes para ciertos tipos de procesos lingüísticos, y también a entender las relaciones entre el procesamiento del lenguaje y otras habilidades cognitivas.

Ya que la información acerca de las palabras es importante para el procesamiento del lenguaje, mucha de la investigación psicofisiológica se ha dirigido a cómo se procesan las palabras. Sin embargo, el curso del procesamiento ortográfico (la secuencia de las letras), fonológico (la secuencia del sonido que corresponde a la secuencia de las letras) y semántico de los componentes de las palabras es complejo y controversial; al parecer depende del tipo de tarea, del contexto y de factores como la frecuencia de la palabra tanto hablada como escrita, la longitud de la palabra tanto ortográfica como fonológicamente, la consistencia de su escritura y las posibilidades de su significado, entre otras (Barber & Kutas, 2007; Dien, 2009; Perfetti, 1999).

Existen varios modelos que tratan de explicar el curso del procesamiento visual de las palabras. En el modelo estándar el análisis ortográfico tiene su pico a los 200 ms (Bentin, Mouchetant-Rostaing, Giard, Echallier, & Pernier, 1999), el análisis fonológico a los 300 ms (Bentin, et al., 1999), el análisis semántico a los 400 ms (Kutas & Hillyard, 1980), y el sintáctico a los 600 ms (Osterhout & Holcomb, 1992). Sin embargo, existe una aceptación

más o menos generalizada a modificar este modelo lineal con la adición del análisis sintáctico a los 200 ms (Friederici, 1995). Este modelo ha sido puesto en jaque por la evidencia de que el procesamiento semántico es completado a los 250 ms (Serenó, Rayner, & Posner, 1998).

Con base en los hallazgos de los PREs Holcomb y Grainger (2006) proponen un modelo que refleja las etapas secuenciales del procesamiento de las palabras escritas. El componente P150 se encuentra en la región posterior del hemisferio derecho y parece reflejar el procesamiento de las características físicas elementales (tamaño, color, tipo de fuente, volumen, etc.) de las letras que forman la palabra. El componente N250 tiene una distribución centro-anterior y refleja el procesamiento para formar una palabra. El componente P325 tiene una distribución del hemisferio derecho hacia la parte posterior del izquierdo y, a decir de los autores, representa el procesamiento léxico. El componente N400, tiene una distribución centro-parietal y representa el procesamiento semántico post-léxico.

Barber y Kutas (2007) sugieren que cuando los estímulos visuales son presentados, los PREs asociados con las palabras bien aprendidas y con las palabras nuevas difieren entre sí aproximadamente a los 100 ms después de iniciada la presentación, discriminando entre los estímulos ortográficos y los no ortográficos a los 150 ms. También sugieren que la información acerca de la categoría gramatical de las palabras (clase abierta o cerrada) se refleja entre los 200 y 300 ms. Los efectos de la lexicalidad (palabras versus nopalabras o pseudopalabras) y de la frecuencia de las palabras se encuentran entre los 300 y 400 ms. Mientras que la información fonológica estaría disponible entre los 200 y 350 ms, la morfosintáctica (por ejemplo, el género y el número) lo estaría entre 300 y 450 ms, las interacciones entre la palabra y la oración se reflejarían entre los 300 y 450 ms y los procesos relacionados con la toma de decisiones se observarían entre los 450 y 600 ms. Estos autores consideran que los factores de frecuencia N-grama, la frecuencia de las sílabas y el tamaño ortográfico de los vecinos han sido reportados por muy pocos estudios como para ser definitivos. En suma, consideran que el curso del procesamiento visual de las palabras es rápido, secuencial, acumulativo y adaptable. En este sentido, mientras los

estímulos visuales están siendo reconocidos, progresivamente las representaciones mentales emergen de la confluencia de los diferentes tipos de información (*“bottom-up”*) y de las influencias del contexto (*“top-down”*).

Siguiendo el modelo de la ruta dual en cascada Dien (2009) propone el curso del procesamiento temprano (antes de los 350 ms) de las palabras. El primer componente sería el P100, generado en la región extraestriada del lóbulo occipital y reflejaría un procesamiento de bajo nivel. Le seguiría el componente P150-Cz generado en la corteza inferior occipital, que reflejaría el procesamiento de la forma de la palabra. Posteriormente el N170-PO7 localizado en el área de la forma visual de la palabra y reflejaría un análisis bigráfico. Después el N2-P3 (su pico a los 200 ms) generado en el área fusiforme semántica y que reflejaría el acceso léxico. Le sigue el Potencial de Reconocimiento (su pico a los 250 ms) generado en el área de formulación del lenguaje y representaría una selección léxica y un mapeo ortográfico-fonológico. Enseguida el MFN/N300/P2/PMN (su pico entre los 250-350 ms) cuyo origen es desconocido y que reflejaría un análisis fonológico. Por último, el N300-T3 (entre los 300-350 ms) generado en el giro supramarginal izquierdo y que representaría un almacén fonológico.

ANATOMIA FUNCIONAL DE LAS EMOCIONES

Antecedentes históricos

Desde una perspectiva histórica, la búsqueda de la representación de los estados emocionales en la corteza cerebral ha conducido al sistema límbico. Al parecer, fue el neurólogo Paul Broca en el siglo XIX el primero en reconocer que las estructuras en forma de C en la superficie medial del cerebro juegan un papel crucial en las emociones. Esas estructuras incluían la formación hipocampal, la amígdala, y las circunvoluciones cíngulada y parahipocampal. Broca nombró a esta región *le grande lobe limbique*. También durante el siglo XIX, el neuroanatomista alemán Alois Alzheimer asoció los daños del lóbulo límbico, en particular del hipocampo, con la demencia (Martin, 1996).

Pero no fue sino hasta el año de 1937 en que el neuroanatomista James Papez sugirió que el lóbulo límbico era parte de un circuito anatómico de la emoción. En estudios post-mortem de los cerebros de personas con enfermedades psiquiátricas, Papez notó cambios degenerativos en el hipocampo, en los cuerpos mamilares, en el tálamo y en la corteza del cíngulo. Él propuso que esas estructuras estaban unidas por conexiones unidireccionales que colectivamente culminaban con la producción de las emociones. Como se pensaba que las estructuras corticales eran importantes en la experiencia emocional subjetiva, entonces las estructuras subcorticales del sistema límbico, como el hipotálamo y la amígdala, deberían mediar la respuesta conductual. Las modernas investigaciones sugieren un papel en el aprendizaje y en la memoria para muchas de las estructuras identificadas por Papez, sobre todo la formación hipocampal (Martin, 1996; Patterson & Schmidt, 2003).

Las ideas de Papez fueron ampliadas por Paul McLean, quién llamo a esas estructuras el “cerebro visceral”, introduciendo el concepto de sistema límbico. Aunque McLean incluyó la amígdala en el sistema límbico, el involucramiento de la amígdala en el procesamiento de las emociones se originó a partir de los estudios de Klüver y Bucy,

quienes examinaron los efectos conductuales de la ablación bilateral de los lóbulos temporales (incluida la amígdala, la formación hipocampal y corteza temporal no límbica) en monos rhesus. Esos animales mostraron una serie de alteraciones en su conducta emocional que se conocen como el síndrome de Klüver-Bucy. Posteriormente, Weiskrantz demostró que las lesiones de la amígdala podían reproducir los resultados de dicho síndrome, cimentando el rol de la amígdala en el procesamiento emocional (Iversen, et al., 2000; Martin, 1996).

El sistema límbico

1.1. Anatomía general

El sistema límbico comprende un conjunto de estructuras localizadas principalmente en la superficie medial de los hemisferios cerebrales. Tiene dos estructuras subcorticales clave, la formación hipocampal y la amígdala, cada una de las cuales forma circuitos separados con el resto del cerebro. El hipocampo está constituido de diversas estructuras del telencéfalo y del diencefalo; juega un papel esencial en la consolidación de la memoria de corto plazo a memoria de largo plazo. La amígdala está involucrada sobre todo con las emociones y sus expresiones conductuales. Estos circuitos influyen en los sistemas efectores del cerebro: el neuroendocrino, el autónomo y el esqueleto motor. También, el bulbo olfatorio proyecta a la amígdala y a la corteza piriforme (parte de la corteza límbica de asociación); estas estructuras son conocidas con el nombre de rinencéfalo.

Las principales partes del sistema límbico tienen una configuración en forma de C, similar a la del núcleo caudado. Dichas partes son: (1) la corteza de asociación límbica; (2) la formación hipocampal; y (3) la amígdala (Martin, 1996; Patterson & Schmidt, 2003).

1.2. El área de asociación límbica

La corteza de asociación límbica recibe información sobre todo de la corteza somatosensorial, de las cortezas de asociación prefrontal y parietotemporal y; sus dos principales vías eferentes son el *cingulum* y el *uncinate fasciculus*. El área de asociación límbica envía su información al hipocampo y a la amígdala. La modalidad de información

sensorial que recibe la amígdala se conserva, esto le permite asociar un determinado estímulo con una particular emoción. Por otra parte, la formación hipocampal recibe una información multisensorial que refleja características complejas del medio ambiente, como las relaciones espaciales.

La corteza de asociación límbica posee cuatro regiones anatómica y funcionalmente diferentes: las circunvoluciones (1) del cíngulo que se encuentra en los lóbulos frontal y parietal; (2) parahipocampal en el lóbulo temporal; (3) orbital medial en el lóbulo frontal; y (4) la circunvolución del polo temporal. Las circunvoluciones del cíngulo y parahipocampal forman un anillo que rodea parcialmente al cuerpo calloso, al diencéfalo y al mesencéfalo. Las circunvoluciones orbital medial y del polo temporal se encuentran rostralmente a este anillo. El surco colateral, en la superficie ventral del cerebro, marca el límite de la corteza de asociación límbica.

Comparada con otras regiones corticales, el área de asociación límbica tiene diferente citoarquitectura. La corteza cerebral de la circunvolución parahipocampal tiene al menos seis capas (neocorteza) y mientras que el resto del área de asociación límbica es más variable y típicamente tiene menos de seis capas (alocorteza) (Martin, 1996; Patterson & Schmidt, 2003).

1.3. La formación hipocampal

Para una información detallada ver, por ejemplo, la neuroanatomía de Martin.

1.4. La amígdala

El complejo amigdalino (o simplemente la amígdala), localizado dentro de la parte rostral del lóbulo temporal, tiene forma de almendra. Los numerosos núcleos de la amígdala pueden ser divididos en tres grupos con base en sus diferencias morfológicas e histoquímicas: (a) basolaterales, (b) central, y (c) corticomediales. Cada grupo tiene diferentes conexiones y funciones (LeDoux, 2007; Martin, 1996; Sah, Faber, Lopez de Armentia, & Power, 2003).

1.4.1. Núcleos basolaterales

Los núcleos basolaterales del cerebro de los primates comprenden la mayor parte de la amígdala. Se cree que estos núcleos juegan un papel esencial en el procesamiento del significado emocional de los estímulos. Los núcleos basolaterales reciben información acerca de la modalidad y características particulares de los estímulos de la corteza somatosensorial y del área de asociación límbica. Sus principales eferencias son a la corteza, el núcleo basal (de Meynert), el tálamo y los núcleos centrales de la propia amígdala.

Las proyecciones a la corteza son de manera directa o indirecta. El área de asociación límbica y la corteza prefrontal reciben de manera directa las eferencias de estos núcleos. También la formación hipocampal (la cual se cree es importante para el aprendizaje del significado emocional de los estímulos) recibe proyecciones directas de estos núcleos. La parte basolateral de la amígdala se proyecta indirectamente a la corteza límbica a través del núcleo dorsomedial del tálamo (vía amigdalofugal ventral) y del núcleo de Meynert (LeDoux, 2007; Martin, 1996; Sah, et al., 2003).

1.4.2. Núcleo central

El núcleo central al regular el sistema nervioso autónomo es importante en el procesamiento de las repuestas emocionales. Recibe aferencias viscerosensoriales del los núcleos del tallo cerebral, particularmente del núcleo solitario y del núcleo parabraquial, así como de los núcleos basolaterales. Sus eferencias son al núcleo dorsal motor del vago (a través de la vía amigdalofungal ventral) y a otros núcleos parasimpáticos del tallo encefálico. El núcleo central también regula al sistema nervioso autónomo a través de proyecciones hipotalámicas (LeDoux, 2007; Martin, 1996; Sah, et al., 2003).

1.4.3. Núcleos corticomediales

Los núcleos corticomediales juegan un papel en las conductas que son desencadenadas por estímulos olorosos. Estos núcleos reciben información del bulbo olfatorio y sus eferencias son al núcleo ventromedial del hipotálamo a través de la vía de la estria terminal (LeDoux, 2007; Martin, 1996; Sah, et al., 2003).

Neuroanatomía de las palabras emocionales

1.1. Anatomía funcional de la percepción emocional

La teoría del *appraisal* sugiere tres procesos en la percepción de las emociones: (a) la identificación del significado emocional de los estímulos, (b) la producción de un estado emocional, y (c) la regulación del estado emocional. Los hallazgos en los estudios de neuroimagen, así como los de las investigaciones de lesiones en personas y animales han indicado que esos procesos dependen del funcionamiento de dos sistemas neuronales: un sistema ventral (que incluye la amígdala, la ínsula, y las partes ventrales del estriado, de la circunvolución del cíngulo y de la corteza prefrontal) importante para los procesos (a) y (b), así como para la regulación automática de la respuesta autónoma; y un sistema dorsal (que comprende el hipocampo y las regiones dorsales de la circunvolución cíngulada y de la corteza prefrontal) importante para la regulación del estado afectivo (Phillips, Drevets, Rauch, & Lane, 2003).

1.2. Modulación de los estímulos emocionales por la amígdala

En contraste con los estímulos pictóricos, el contenido emocional de las palabras es descriptivo, menos concreto, adquirido mediante el aprendizaje y sujeto a las reglas de la semántica. Es motivo de debate entre los expertos si las aferencias del tálamo y la corteza visual son suficientes para la amígdala en la evaluación del contenido emocional de las palabras y la facilitación de su percepción. Algunos autores asumen que a diferencia del material pictórico la connotación emocional de las palabras escritas puede ser analizada después que su significado ha sido sometido a un procesamiento semántico (Cacioppo, Crites, Berntson, & Coles, 1993). En correspondencia con lo anterior, estudios de neuroimagen han encontrado un aumento del procesamiento cerebral en las regiones prefrontal inferior y centro temporal, así como en las estructuras límbicas. Se sabe que estas regiones están involucradas en el procesamiento del significado semántico y emocional (Beauregard, et al., 1997; Cato, et al., 2004).

A pesar del hecho de que el procesamiento cerebral de las palabras emocionales no es exclusivamente subcortical, hay evidencia de que la amígdala facilita la percepción de las

palabras emocionales mediante sus proyecciones directas a la corteza visual. Los hallazgos de los estudios con fMRI han mostrado que existe una activación de la amígdala ante palabras emocionales ya sean escritas o verbales (Hamann & Mao, 2002; Phelps, et al., 2001). Los estímulos emocionales son capaces de incrementar, al menos en teoría, la activación de los sistemas apetitivo y de defensa (Lang & Davis, 2006). Las investigaciones con animales y humanos han acumulado evidencias que apoyan esta hipótesis.

1.3. Connotación emocional y procesamiento de palabras

Los estudios de neuroimagen han revelado que las regiones de la corteza extraestriada localizadas en las partes ventral y lateral del lóbulo inferotemporal procesan las palabras. La actividad neural de esas regiones es sensible a las características léxicas y semánticas de las palabras (Gaillard, et al., 2006; Nobre, Allison, & McCarthy, 1994). Estos estudios revelan que las lesiones de la amígdala impiden la percepción de palabras displacenteras. Al parecer la amígdala facilita el reconocimiento de las palabras emocionales en la corteza visual (Anderson & Phelps, 2001). Los estudios de neuroimagen en sujetos sanos corroboran esta hipótesis, reportando un aumento de la actividad de la amígdala y de la corteza visual durante el procesamiento de palabras emocionales (Tabert, et al., 2001).

Los anteriores estudios sugieren que la amígdala intensifica el procesamiento de las palabras emocionales en la corteza visual modulando la percepción y atención de las palabras. Estos hallazgos son consistentes con “procesamiento de re-entrada”, que postula un circuito con conexiones bidireccionales entre la amígdala y la corteza extraestriada. También sugieren que la información proveniente de las diferentes etapas del procesamiento de las palabras en la corteza visual es suficiente para el reconocimiento de las palabras emocionales por la amígdala (Anderson & Phelps, 2001; Herbert, et al., 2009). Estos hechos se corresponden con el modelo teórico de la amígdala como una estructura vital para el reconocimiento de estímulos relevantes, incluyendo los estímulos altamente simbólicos (como las palabras emocionales) adquiridos durante el desarrollo ontogénico del individuo (Sander, et al., 2003). Sin embargo, la activación de la amígdala por las palabras emocionales no deja de ser controversial entre los expertos.

ELECTROENCEFALOGRAFÍA

Introducción

La electroencefalografía es una técnica que permite medir la actividad eléctrica de la corteza cerebral en el cuero cabelludo (Stern, Ray, & Quigley, 2001). En los estudios con EEG presuponemos que (a) los procesos cerebrales del lenguaje y las emociones tienen lugar en diferentes substratos anatómicos y fisiológicos, (b) la participación de esos substratos genera distintos modelos de actividad biológica (como el flujo de iones a través de las membranas neurales), y (c) esos modelos (como la actividad eléctrica) pueden ser registrados dentro y fuera del cráneo (Kutas & Schmitt, 2003).

La mayor parte de los investigadores acepta que el EEG es el producto de la suma espacial y temporal de los potenciales excitatorios e inhibitorios post-sinápticos de las neuronas. Se cree que mucha de esa actividad sincrónica se origina en las células piramidales de las capas IV y V de la corteza. Las células piramidales representan dos tercios de la totalidad de las neuronas y están situadas de tal manera que sus axones y dendritas están alineados perpendicularmente respecto de la superficie cortical permitiendo la sumación de su actividad (Davidson, Jackson, & Larson, 2000; Kutas & Schmitt, 2003).

Ahora bien, los parámetros más utilizados para caracterizar el EEG son la frecuencia y la amplitud. Con base en esos parámetros el EEG se ha dividido en bandas u ondas en los adultos. Las ondas alfa son una oscilación que ocurre con una frecuencia de 8-13 Hz y una amplitud de 20-60 μ V. Estas ondas son producidas cuando el sujeto tiene los ojos cerrados y se encuentra relajado. Las ondas beta ocurren cuando el sujeto se encuentra alerta e involucrado en alguna actividad física o mental, tienen una frecuencia de 14-30 Hz y una amplitud de 2-20 μ V. Bandas adicionales del EEG incluyen la actividad delta (0.5-4 Hz), teta (5-7 Hz), gama (40 Hz), lambda, kapa, mu (Andreassi, 2000; Stern, et al., 2001).

Las ondas cerebrales pueden ser cuantificadas mediante la colocación de electrodos en el cuero cabelludo. La actividad eléctrica debe atravesar la duramadre, el líquido

cefalorraquídeo, la calota craneal y la piel antes de alcanzar el electrodo. Por este motivo las unidades del EEG son μV . A fin de obtener el EEG se puede realizar una técnica monopolar o bipolar. La técnica monopolar involucra la colocación de un electrodo llamado *activo* en contacto con la piel sobre el sitio de interés. Otro electrodo llamado de *referencia* es colocado en una área relativamente inactiva como el lóbulo del pabellón auricular o en la punta de la nariz. Así que, el EEG refleja la diferencia de voltaje entre dos electrodos. La resistencia entre cualquier par de electrodos deberá ser menor a $5,000 \Omega$ a fin de obtener un registro adecuado. El sistema para colocar los electrodos en el EEG es conocido como Sistema Internacional 10-20, ideado por Jaspers en el año de 1958 (Andreassi, 2000).

Ya que el reconocimiento visual de las diferentes ondas es subjetivo, se han diseñado métodos cuantitativos para describir el EEG. Para lo anterior es necesario primero convertir la señal análoga del EEG a una forma digital, mediante el uso de un convertidor analógico-digital. Una vez que la señal es representada en una serie de números puede ser manipulada matemáticamente. Una de las técnicas más comunes para analizar la frecuencia es mediante el análisis de Fourier, el cuál predice que cualquier serie de números puede ser descrita como la suma de funciones de seno y coseno. Se usa esta información para determinar en el dominio de la frecuencia la amplitud y la información de la fase de una señal conocida. El algoritmo matemático, llamado Transformación Rápida de Fourier, es usado por las computadoras. Otra técnica relacionada a la anterior es el análisis de coherencia. La coherencia proporciona la covariancia de la frecuencia en un par de electrodos, es decir, puede determinar si dos señales de la misma frecuencia tienen al mismo tiempo picos y valles (Stern, et al., 2001).

Potenciales Relacionados con Eventos (PREs)

Los PREs son manifestaciones de la actividad cerebral que suceden en preparación o en respuesta a eventos discretos internos o externos al sujeto (Fabiani, Gratton, & Coles, 2000). El procedimiento básico para obtener los PREs inicia con (a) la colocación de los electrodos sobre el cuero cabelludo, posteriormente con (b) la transmisión de la señal del EEG a los amplificadores y al sistema de filtrado, (c) la transformación de la señal

analógica en digital, y finalmente (e) la extracción de los PREs mediante la promediación punto por punto de la señal del EEG (Andreassi, 2000; Stern, et al., 2001).

Los PREs cuyas características son reguladas por las características físicas de un estímulo se llaman exógenos. En cambio, aquellos cuyas características están determinadas por la interpretación que hace el sujeto del evento se conocen como endógenos. Ahora bien, ¿Qué estructuras neuronales generan los PREs? Hasta el momento no se conoce la respuesta. Para determinar cuáles estructuras cerebrales son las responsables de generar los PREs se debe resolver el “problema inverso”, es decir, se debe conocer la única combinación de generadores neuronales que producen un potencial. Ya que un limitado número de observaciones son usadas para determinar un indefinido número de parámetros, es claro que el problema inverso no tiene una única solución (Andreassi, 2000).

Un concepto que ha emergido de la investigación con PREs es el de **componente**, el cual indica la covariación de las ondas en respuesta a manipulaciones experimentales específicas. Los componentes son descritos con base en su distribución topográfica, su polaridad (si la deflexión es positiva o negativa) y su latencia. Existen diferentes procedimientos para medir los componentes, esta medición implica la amplitud del pico (en μV) y la latencia del pico (en ms). La latencia es obtenida midiendo el intervalo entre el inicio del estímulo y el pico positivo o negativo del componente. La amplitud puede medirse como la distancia vertical desde la línea de base al pico del componente o midiendo la distancia de pico a pico (Stern, et al., 2001).

Ahora bien, la finalidad de medir los diferentes componentes de los PREs es realizar inferencias acerca de los procesos cerebrales involucrados en las tareas, es decir, su significado funcional. Si el análisis de los componentes revela un efecto significativo para dos o más condiciones entonces se puede inferir que las condiciones son diferentes y que los procesos cerebrales son diferentes para cada condición. Cuando el análisis de los componentes de dos condiciones revela una diferencia en sus latencias entonces las condiciones difieren respecto al tiempo consumido en un proceso particular. Por último, si las condiciones difieren con respecto a la amplitud de los componentes entonces se

infiere que los cambios en la magnitud de un componente se relacionan directamente con el grado en que un proceso acontece (Fabiani, et al., 2000).

PREs y procesos cognitivo-emocionales

a. Componentes tempranos de los PREs

Los componentes tempranos (entre los 100-300 ms post-estímulo) en lo general se han asociado con la atención selectiva, el análisis elemental de las características del estímulo, y con la memoria sensorial. Para un análisis detallado ruego al lector revisar el procesamiento cerebral de las palabras y PREs del capítulo Prefación a toda palabra.

i. P300

El componente P300 fue descrito por primera vez en el año de 1965 por Sutton. De manera característica se considera a P300 como una onda positiva, lenta, cuya latencia promedio es de 300 ms post estímulo. Este componente puede ser obtenido mediante el paradigma clásico del “odd-ball” (la tarea presenta dos estímulos diferentes en una secuencia aleatoria, uno de los dos *-target-* ocurre con menor frecuencia que el otro; *-standard-*) o mediante sus variantes: a) la tarea presenta de manera aleatoria un único estímulo (*target*) en ausencia de cualquier estímulo y b) utilizando tres estímulos (los dos anteriores y un estímulo distractor) los investigadores han encontrado que el estímulo distractor produce un P3a y el *target* evoca un P3b, es decir, el P300 tiene dos subcomponentes (Polich, 2007).

Los probables sustratos neuronales para el P3a y P3b han sido bosquejados: el P3a se origina en la región frontal del cerebro y se asocia con los mecanismos de la atención y de la memoria de trabajo durante el procesamiento de una tarea. Mientras que por su parte el P3b se origina en la región temporoparietal y se asocia con la atención y la memoria. Se piensa que existe una mayor activación del hemisferio derecho para este componente. El componente P3b se ha asociado con el sistema noradrenérgico, mientras que el P3a con el dopaminérgico (Polich, 2007).

Aunque las explicaciones iniciales para el P300 enfatizaban la información del estímulo y su probabilidad de aparición dentro de una secuencia, hoy se acepta que P300 es observado en cualquier tarea que requiera una discriminación (Polich, 2007) o una categorización del estímulo (Kutas, McCarthy, & Donchin, 1977). Incluso este componente sólo se presenta cuando el sujeto se encuentra activamente inmerso en el procesamiento de la información dada por el estímulo, es decir, este componente necesariamente requiere atención a fin de evocarse (Fabiani, Gratton, & Federmeier, 2007). A medida que la discriminación del estímulo es más compleja aumenta la latencia de P300. Este hecho ha llevado a los investigadores a proponer que la latencia de P300 señala una medida exclusiva del procesamiento perceptual y del tiempo de categorización; y que es independiente de la selección de la respuesta y de las etapas de su ejecución (Kutas, et al., 1977). También ha sido propuesto que la amplitud de P300 es proporcional a la cantidad de recursos atencionales destinados al procesamiento del estímulo (Polich, 2007). Una característica única de este componente es que simultáneamente es sensitivo a la cantidad de recursos destinados a la atención y a la duración de la categorización del estímulo.

b. Componentes tardíos de los PREs

En esta sección se revisaran dos familias de componentes endógenos (aparecen 300 ms después del inicio del estímulo) que tienen que ver con el procesamiento cognitivo-emocional de las palabras: N400 y LPC. Los potenciales cerebrales tardíos han probado ser medidas sensitivas de procesos cognitivos asociadas con la evaluación del estímulo, la profundidad del procesamiento y actualización en la memoria. Al igual que en la sección precedente el lector encontrará una información general en el capítulo titulado Prefación a toda palabra.

i. N400

El N400 fue descrito hace 31 años como un componente que reflejaba incongruencia semántica (Kutas & Hillyard, 1980). Hoy se acepta que las anomalías semánticas no son ni necesarias ni suficientes para producir N400 y que no siempre existe una asociación entre

este componente y los Tiempos de Reacción. Los investigadores piensan que N400 forma parte de la actividad eléctrica cerebral en respuesta a una gama amplia de estímulos significativos, como las palabras escritas o verbales, los acrónimos, imágenes, sonidos, gestos, caras. Es un componente monofásico negativo, que tiene su pico a los 400 ms post-estímulo (con fluctuaciones entre los 300-400 ms), observado en regiones centroparietales y en personas jóvenes (Kutas & Federmeier, 2000, 2011).

Hay varios tipos de tareas que producen N400, como son el *priming*, las manipulaciones de las oraciones o las tareas que producen un alto nivel de expectación. El paradigma clásico incluye un par de ítems, uno de los cuales (casi siempre presentado primero) actúa como *prime* del otro que funge como *target*. Este paradigma se ha usado en unión con otras tareas como son los juicios léxicos o semánticos. Es importante subrayar que N400 puede ser una negatividad relativa, que alcanza su mínimo voltaje alrededor de los 400 ms. No es raro que este mínimo voltaje sea un voltaje positivo. Una “gran” N400 significa que el voltaje de su pico es negativo y una N400 “pequeña” tiene su pico positivo, arriba de la línea de base. Las N400 de amplitudes pequeñas (las que son más positivas) reflejan una facilitación del procesamiento cerebral (Kutas & Federmeier, 2009).

Varios factores influyen en la amplitud del N400. Disminuyen la amplitud del N400 (son más positivas) la congruencia semántica, las palabras con alta frecuencia, la repetición del estímulo, una alta expectación para el ítem target, también cuando el estímulo prime ha activado previamente alguna característica del estímulo target; en cambio, las palabras que comparten casi todas las letras producen N400 grandes. Así mismo, se han observado una serie de factores que no modifican la amplitud del N400, como las manipulaciones físicas o lingüísticas de los ítems, la restricción contextual, la negación o la cuantificación de los estímulos o la violación de los roles temáticos. Se piensa que N400 es un índice de la integración semántica; y que, aunque refleja la respuesta cerebral al estímulo, la información del contexto (la influencia “top-down”) pesa más en su generación que la influencia “bottom-up” (como la frecuencia, la concreción y la asociación léxica), (Kutas & Federmeier, 2009).

Se considera que la latencia y la distribución de N400 son muy estables. Pocos factores la modifican: aumenta en la infancia, con la presencia de enfermedades neurológicas o psiquiátricas (Kutas & Federmeier, 2009, 2011).

¿Cuáles son los orígenes neuronales del N400? La magnetoencefalografía y los registros intracraneales apuntan al giro temporal superior, a la unión temporoparietal, al lóbulo parietal en su parte medial y a áreas corticales prefrontales. ¿Cuál es su significado funcional? Los investigadores han propuesto varias hipótesis las cuales tienen en común una posible integración semántica, que reflejaría el procesamiento cerebral del significado de los estímulos. El conjunto de símbolos que llamamos una palabra obtienen su significado del conocimiento almacenado a lo largo de la vida en nuestros cerebros. La evidencia empírica indica que este conocimiento está organizado en la memoria semántica de acuerdo con sus asociaciones y similitudes. Se piensa que este conocimiento está distribuido en múltiples estructuras cerebrales y que el significado emerge como un producto de los procesos cerebrales, que a su vez son influidos por la experiencia, el contexto y la naturaleza del propio cerebro (Kutas & Federmeier, 2000, 2009, 2011).

ii. LPC

Algunos autores postulan que el LCP (*Late Positive Complex*, por sus siglas en inglés), también llamado LPP (*Late Positive Potential*, por sus siglas en inglés), es parte de la familia del P300. Este componente positivo, tardío tiene su pico a los 500 ms pos estímulo y su duración normal es de varios cientos de ms (con fluctuaciones entre los 400-800 ms), aparece en la región centroparietal y tradicionalmente se ha asociado con procesos ligados a la tarea como la atención, la evaluación y la memoria (Dien, Spencer, & Donchin, 2004; Kissler, et al., 2006; Polich, 2007).

En el año de 1992 fue descrito un componente positivo (P600) que aparece aproximadamente a los 600 ms ante anomalías sintácticas (Osterhout & Holcomb, 1992). Los neurolingüistas consideran este componente como un indicador de un re-análisis de las violaciones morfosintácticas (Friederici, 1995). Para otros investigadores este componente refleja un re-análisis de los procesos semánticos (Münste, Heinze, Matzke,

Wieringa, & Johannes, 1998) corroborando la visión de que los componentes tardíos reflejan los procesos de las funciones cognitivas superiores (Dien, et al., 2004). La literatura refiere que los efectos más consistentes, aunque no invariables, del impacto de la connotación emocional de las palabras sobre los PREs son los componentes tardíos, entre estos destaca LPC.

Al igual que con los estudios con PREs ante imágenes emocionales (Bradley, Hamby, Löw, & Lang, 2007; Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Pastor, et al., 2008; Schupp, et al., 2000) los estudios con palabras emocionales han revelado consistentemente LPC de mayor amplitud ante palabras emocionales que ante las neutras (Carretié, et al., 2008; Fischler & Bradley, 2006; Herbert, Junghöfer, & Kissler, 2008; Kanske & Kotz, 2007; Kissler, et al., 2009; Shapkin, Gusev, & Kuhl, 2000).

Carretié utilizando una tarea de decisión léxica encontró una mayor amplitud de LPC ante las palabras negativas y positivas que ante las neutras (2008). Fischler y Bradley(2006) realizaron un estudio con diferentes tareas con la finalidad de variar el procesamiento cognitivo. Encontraron una mayor amplitud del LPP ante las palabras negativas y positivas que ante las neutras, sólo cuando la tarea implicaba un juicio semántico, y no cuando la tarea requería decisiones léxicas u ortográficas. Herbert y col. (2008) utilizando una tarea de lectura de adjetivos con una presentación rápida encontraron una mayor amplitud del LPC ante adjetivos positivos que ante los negativos y los neutros. Kanske y Kotz (2007) utilizando una tarea de decisión léxica reportaron una mayor amplitud del LPC ante palabras negativas que ante positivas y neutras. Kissler y col. (2009) mediante una tarea de decisión léxica encontraron mayores amplitudes del LPC ante palabras positivas (sustantivos y adjetivos) que ante negativas y neutras. Shapkin y col. (2000) utilizando una tarea de decisión emotiva encontraron una amplitud mayor de LPC ante palabras positivas que ante las negativas y neutras (ver con más detalle en la parte del procesamiento de palabras emocionales y PREs del siguiente capítulo).

En suma, los estudios han mostrado consistentemente un aumento de la amplitud del LPC sólo cuando los sujetos procesan palabras emocionales (negativas y positivas).

Por último, Kotchoubey (2005) realizó una revisión de una serie de estudios a fin de determinar cuáles componentes de los PREs están bajo un control consciente, en condiciones en las que se acepta que la percepción consciente del estímulo está ausente: coma, sueño, anestesia general, así como también los efectos sobre los PREs de los estímulos subliminales y emascarados. Se acepta que los componentes exógenos pueden ser modificados por factores endógenos. Reporta que los componentes N1, P2 son más estables y por lo tanto aparecen más frecuentemente que los componentes endógenos bajo esas condiciones. Los componentes tardíos (P300, LPC) son muy difíciles de producirse en tales condiciones, indicando que la actividad cortical subyacente de estos componentes tiene una relación fuerte con los mecanismos cerebrales de la percepción consciente. En cambio y sorprendentemente reporta que el componente N400 es evocado en tales condiciones, sugiriendo que el análisis semántico de los estímulos es posible en estados no conscientes. Señala que en las condiciones en las que no se puede obtener una respuesta motora (coma, anestesia general, sueño) es posible que exista un procesamiento residual consciente.

PALABRAS EMOCIONALES

¿Las emociones y el lenguaje implican una dualidad?

En contraste con la gran cantidad de investigaciones que se han enfocado sobre las bases neuronales del procesamiento de caras e imágenes emocionales existe poco conocimiento acerca del procesamiento de las palabras emocionales. Quizás esto pueda explicarse, en parte, por razones históricas: las teorías tradicionales acerca de las emociones y el lenguaje implican una dualidad entre las emociones, por un lado, y las funciones cognitivas como el lenguaje, por el otro. En oposición a las emociones, el lenguaje se ha considerado como la habilidad más sobresaliente en la evolución de los homínidos. Tanto filogenética como ontogénicamente la emoción y el lenguaje se han desarrollado en diferentes períodos y ambos fenómenos han sido localizados en diferentes estructuras del cerebro.

Mientras las emociones están controladas por estructuras cerebrales filogenéticamente más antiguas la comprensión y producción del lenguaje lo están por estructuras más recientes (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1998). Por otra parte, el conocimiento que hoy se tiene de las emociones y del lenguaje es complejo. Los modelos contemporáneos sobre el lenguaje, así como la investigación empírica sugieren que el procesamiento del lenguaje y su representación en el cerebro incorporan tanto funciones elementales como operaciones cognitivas (Friederici, 2002). Los estudios sobre el procesamiento de palabras e imágenes incluso han mostrado que el significado es obtenido más rápido de las palabras que de las imágenes (Potter & Faulconer, 1975; Potter & Kroll, 1987). Sin embargo los estudios sobre emociones y lenguaje han puesto poca atención a los aspectos emocionales del procesamiento de las palabras (Cacciopo, Gardner, & Berntson, 1997; Vandenberghe, et al., 1996).

Interacción entre emociones y lenguaje. Evidencia clínica

Basado en sus observaciones clínicas John Hughlings Jackson (1864) encontró que las palabras emocionales permanecen intactas en pacientes afásicos con lesiones del

hemisferio izquierdo. Él fue uno de los primeros investigadores que postuló una interacción entre emoción y lenguaje en el cerebro humano. La idea de Hughlings Jackson de una coevolución de lenguaje y emoción ha sido establecida recientemente en la investigación neurocientífica.

Durante 25 años Landis (2006) ha abordado esta cuestión en pacientes con afasia. Lo primero que notó fue que estos pacientes luchaban para articular palabras no-emocionales. Cuando les fueron presentadas palabras emocionales la reacción fue muy diferente: pronunciaban la palabra sin la menor vacilación. Lo mismo sucedió al escribirlas, las palabras emocionales fueron escritas con mayor exactitud que las no-emocionales. Encontró que en sujetos normales el hemisferio izquierdo tenía un desempeño superior que el derecho al reconocer palabras, sin embargo, no había diferencia entre las palabras emocionales y no-emocionales, mientras que el hemisferio derecho mostraba un reconocimiento aleatorio de las palabras no-emocionales, pero un muy buen reconocimiento de las palabras emocionales. Este efecto fue confirmado por Borod (1992).

Procesamiento de palabras emocionales y PREs

Con el fin de cuantificar la actividad eléctrica cerebral relacionada al significado semántico de las palabras Chapman y colaboradores (Chapman, McCrary, Chapman, & Bragdon, 1978) efectuaron un estudio, para el cuál partieron de análisis semántico propuesto por Osgood que dice que el significado connotativo de una palabra puede ser representado por tres dimensiones: Evaluación, Potencia y Actividad que permiten formar seis clases semánticas (E+, E-, P+, P-, A+, A-). Veinte palabras de cada una de las seis clases semánticas constituyeron una lista. Dos listas aleatorias de 220 palabras constituyeron los estímulos visuales, los cuales se presentaron durante 17 ms y se repitieron cada uno 15 veces, la tarea consistió en nombrar una palabra. Utilizaron un electrodo en la región CPz. Encontraron que los componentes N1, P2, y P3a diferencian los polos + y - de las dimensiones E, P, A. Concluyeron que las representaciones cerebrales del significado de las palabras puede ser cuantificado mediante los PREs.

Chapman y colaboradores (Chapman, McCrary, Chapman, & Martin, 1980) realizaron un estudio para cuantificar de manera conductual y eléctrica las respuestas relacionadas con el significado connotativo de las palabras. Emplearon diez sujetos (4 hombres) que tenían que nombrar y dar una calificación afectiva verbal a las palabras pre-calificadas mediante la semántica diferencial (20 E+, 20 E-, 20 P+, 20 P-, 20 A+, 20 A-). Los estímulos se presentaron a los sujetos durante 17 ms y cada uno se repitió 15 veces. Utilizaron un electrodo en la región CPz. Los análisis (ANOVA) permitieron diferenciar las seis clases semánticas dentro de los primeros 500 ms. La inspección visual de los componentes N1, P2, P3a permitió diferenciar los polos + y – de las dimensiones E, P, A. Concluyeron que los PREs relacionados a las diferentes clases semánticas reflejan los procesos cerebrales relacionados al significado connotativo de las palabras.

A fin de aclarar el rol funcional de los diferentes componentes de los PREs en el procesamiento de palabras emocionales, así como el rol de los hemisferios cerebrales en el procesamiento de las palabras con valencia afectiva Shapkin, Gusev y Kuhl (2000) realizaron un estudio en el que presentaron una lista de palabras emocionalmente positivas, negativas y neutras a los sujetos, quienes debían categorizar las palabras de acuerdo a su valencia emocional. Encontraron que la amplitud del componente N1 fue mayor en el hemisferio izquierdo para las palabras presentadas contralateralmente, al igual que para los componentes P1 y P2; mientras que los componentes N3 y N4 fueron mayores en el hemisferio derecho con la estimulación ipsilateral. También encontraron que la amplitud del componente P2 fue mayor para las palabras positivas y menor para las palabras negativas, mientras que la amplitud del componente P3 fue mayor para las palabras positivas y menor para las neutras. Shapkin y colaboradores opinan que el componente P2 refleja una evaluación general del significado emocional y el P3 una decisión relacionada con una tarea. No confirmaron ni la “hipótesis del hemisferio derecho” ni la “hipótesis de la valencia” sobre la lateralización hemisférica del procesamiento de las emociones.

Skrandies y Chiu (2003) efectuaron un estudio con la finalidad de cuantificar el significado afectivo de las palabras, para lo cual utilizaron 23 chinos (10 hombres).

Emplearon la técnica de visualizar y memorizar palabras (todas sustantivos repartidas en seis clases semánticas: 10 E+, 10 E-, 10 P+, 10 P-, 10 A+, 10 A-) homologadas en la longitud de la palabra y en la frecuencia. El EEG fue grabado mediante 32 canales de acuerdo al sistema 10/20. Las palabras fueron presentadas aleatoriamente en un monitor durante 1,000 ms. Encontraron en los PREs una secuencia compleja de efectos evocados por las palabras, discriminando entre las dimensiones de Evaluación, Potencia y Actividad, así como su polaridad. El primer componente fue el P1 encontrado entre los 80 y los 130 ms (desde la parte frontal a la posterior, tanto derecha como izquierda, de la cabeza). La latencia para las palabras positivas (E+, P+, A+) fue mayor que para las negativas. El componente N1 fue encontrado entre los 130-195 ms. Mientras que los estímulos negativos fueron localizados en las áreas posteriores de la cabeza (en el siguiente orden: E, P, A), las palabras positivas se localizaron en una relación opuesta. La latencia de P- y A- fue mayor que para P+ y A+. Concluyeron que la actividad cerebral evocada por las palabras es influenciada por su significado emocional.

Con el objetivo de comprobar si el cerebro procesa el contenido emocional de los estímulos lingüísticos de una manera pre-léxica (por ejemplo, antes de distinguir que esos estímulos son palabras) Ortigue y colaboradores (Ortigue, et al., 2004) realizaron un estudio mediante PREs de alta densidad (123 electrodos, sistema 10/20 extendido). En dicho estudio participaron 33 hombres sanos en una tarea de decisión léxica de campo dividido del tipo go/no go. Utilizaron 112 cadenas de letras (8 sustantivos emocionales, 8 neutros, y 96 pseudopalabras; homologando la longitud y frecuencia de las palabras) presentadas (durante 13 ms) en pares (palabra/no-palabra y no-palabra/no-palabra) al campo visual izquierdo o derecho. Encontraron que las palabras emocionales tienen prioridad en el procesamiento cerebral en relación a las neutras y que esa ventaja es mayor en el hemisferio derecho. Las presentaciones al hemisferio derecho generaron a los 100-140 ms una densidad máxima en la región occipital lateral derecha. A decir de los autores, estos datos apoyan la existencia de un canal cerebral que es activado por la connotación emocional de las palabras en una etapa muy temprana del procesamiento cerebral.

Kissler y col. (Kissler, et al., 2006) hicieron una revisión de los trabajos de investigación reportados en la literatura acerca de las palabras emocionales y los PREs visuales, con el objetivo de obtener un conocimiento general del procesamiento cerebral de esas palabras y de conocer el impacto de las mismas sobre los diferentes componentes de los PREs. Los autores proponen que la connotación emocional puede aumentar la respuesta del procesamiento cerebral a dichas palabras en todas sus etapas, desde el ensamblaje de la palabra (hasta los 200 ms), el acceso semántico (alrededor de los 200 ms), la asignación de la atención (alrededor de los 300 ms), así como el análisis contextual (alrededor de los 400 ms), hasta la codificación de la memoria (alrededor de los 500 ms). Incluso los efectos tempranos han sido reportados con presentaciones subliminales de las palabras emocionales, sobre todo con poblaciones clínicas. La variabilidad de los efectos sobre los diferentes componentes de los PREs puede ser explicada, según los autores, por el estado motivacional de los sujetos, por el tipo de tarea empleado y por factores contextuales. Por último, Kissler y colaboradores proponen que algunas estructuras subcorticales, como la amígdala, contribuyen a esos aumentos.

Herbert y col. (Herbert, Kissler, Junghöfer, Peyk, & Rokstroh, 2006) evaluaron las respuestas corticales mientras los sujetos evaluaban adjetivos placenteros, no-placenteros y neutros mediante electromiografía (EMG) con sobresaltos, PREs auditivos con sobresaltos, y PREs visuales. Los sobresaltos consistían en ráfagas aleatorias de estímulos acústicos de 90-dB presentadas mientras los sujetos evaluaban los adjetivos. Los componentes P2 (entre los 180 y los 250 ms) y P3 (entre 250 y 400 ms) de los PREs visuales fueron generalmente más amplios durante el procesamiento de los adjetivos emocionales que durante el procesamiento de los adjetivos neutros. Por otro lado, el componente positivo tardío (LPC, que aparece entre los 600 y 750 ms) de los PREs visuales estuvo aumentado y fue correlacionado con un aumento de la amplitud de la respuesta la EMG con sobresaltos y con un aumento de la amplitud del componente P3 en los PREs auditivos con sobresaltos, pero solamente para las palabras placenteras. Herbert y colaboradores mencionan que durante la actividad cognitiva el reflejo de sobresalto representa una manera de medir la “interrupción del procesamiento”. El tono que

produce un sobresalto interrumpe el procesamiento sobre todo de adjetivos placenteros y provoca un re-alertamiento a nuevos estímulos.

Kissler y col. (2007) realizaron un estudio con PREs mientras los sujetos leían una secuencia de palabras. La autora cambió tanto la velocidad en la cual las secuencias fueron presentadas (3 Hz y 1 Hz) como el significado emocional de las palabras. Encontraron que la negatividad posterior temprana (del inglés early posterior negativity, EPN) de los PREs durante la lectura logra diferenciar las palabras placenteras y no-placenteras de las palabras neutras. Las palabras emocionales fueron asociadas con un aumento en la amplitud de las respuestas cerebrales, originándose dichas respuestas predominantemente en las áreas occipito-temporales izquierdas a los 200-300 ms después de la presentación. Los análisis electroencefalográficos realizados por la autora confirmaron que las fuertes respuestas para las palabras emocionales más que para las neutras principalmente se originan en las áreas extraestriadas del hemisferio izquierdo. Para Kissler el aumento de la actividad cerebral temprana relacionada con las palabras emocionales a través de la vía de procesamiento dominante es debido al alertamiento, más que a la valencia del estímulo y este aumento podría ser mediado por las conexiones cortico-amigdalinas.

Las palabras con una valencia emocional negativa no interfieren (en general) con la ejecución de una tarea en sujetos normales, al contrario de lo que ocurre con imágenes negativas. Una posible explicación es el limitado poder de alertamiento del material lingüístico. Teniendo en consideración lo anterior, Carretié y colaboradores (Carretié, et al., 2008) presentaron palabras emocionales con diferente valencia (tanto placenteras como no placenteras), palabras neutras y pseudopalabras a un conjunto de sujetos, mientras dichos sujetos ejecutaban una tarea de decisión léxica. Los autores encontraron que la amplitud y la latencia del componente P2 en los PREs no fueron sensibles a la categoría léxica (palabras, pseudopalabras) ni a la valencia de las palabras. En cambio, observaron un aumento de la amplitud del componente LPC con las palabras emocionales en relación con las palabras neutras y también con las palabras en relación con las pseudopalabras. También encontraron que la latencia del componente LPC fue más corta

para las palabras en relación a las pseudopalabras y fue mayor para las palabras con valencia negativa que para las palabras neutras.

Con la finalidad de examinar los efectos de la concreción y la emotividad sobre el procesamiento cerebral de las palabras Kanske y Kotz (2007) realizaron dos experimentos. A los sujetos les fueron presentadas palabras concretas y abstractas con una valencia negativa, neutra o positiva, así como también pseudopalabras. Dichos sujetos tenían que diferenciar las palabras de las pseudopalabras mediante una tarea de decisión léxica de hemisferio visual. En el experimento 1 los sujetos tenían que presionar el botón izquierdo con las palabras y el botón derecho con las pseudopalabras. En el experimento 2 los sujetos tenían que presionar una tecla con cada pseudopalabra y no con las palabras (go/no-go, por sus siglas en inglés). Los autores encontraron en el experimento 1 una mayor amplitud para los componentes P2, N400 y LPC con las palabras emocionales que con las palabras neutras. También observaron que los componentes P2 y N400 fueron mayores con las palabras presentadas en el hemisferio derecho. El componente LPC fue mayor con palabras presentadas en el hemisferio izquierdo. La concreción afectó los componentes N400 y LPC, es decir, se encontraron amplitudes más grandes para ambos componentes con las palabras concretas que con las abstractas. Los autores sugieren que estos resultados están acordes con el modelo de codificación dual extendido y que, por lo tanto, el componente N400 representa un proceso semántico, mientras que el componente LPC sería el resultado de la imaginación activada por las palabras concretas.

En el experimento 2 Kanske y Kotz (2007) encontraron que el componente N400 fue mayor con las palabras concretas que con las abstractas y que este componente fue afectado de forma independiente por la concreción y por la emotividad. Este componente fue mayor con las palabras presentadas en el hemisferio derecho. Las palabras abstractas produjeron una amplitud mayor del componente LPC que las concretas. Los autores encontraron en este experimento una interacción de la emotividad y de la concreción, ya que el efecto de la emotividad sólo estuvo presente con las palabras concretas y no con las abstractas. Es decir, la amplitud del componente LPC fue más grande con las palabras concretas negativas que con las concretas positivas o que con las concretas neutras. Este

componente fue mayor para las palabras presentadas en el hemisferio izquierdo. En suma, los autores sugieren que existe un diferente procesamiento cerebral de las palabras emocionales que de las palabras neutras que se refleja en el componente LPC, y que dicho procesamiento no varía en relación con el hemisferio visual.

Kissler y col. (Kissler, et al., 2009) investigaron en qué medida los diferentes componentes de los PEs visuales varían con las palabras emocionales, y si esta respuesta depende de la atención. Los autores trabajaron concretamente con los componentes P1, N1, EPN (que aparece a los 250 ms) y LPC (del inglés late positive complex, que aparece a los 500 ms). Las tareas para los sujetos fueron tres: 1) lectura en silencio de palabras emocionales (placenteras, neutras y no-placenteras), 2) identificación de adjetivos, y 3) identificación de sustantivos. Los autores consideraron que la primera tarea no requería atención y que las dos últimas requerían atención. No encontraron una respuesta significativa para los componentes N1 y P1. En cambio, encontraron un aumento de la amplitud del componente EPN con las palabras placenteras y no-placenteras y no con las palabras neutras. Durante la lectura silenciosa la amplitud del componente LPC fue mayor con las palabras placenteras que con las palabras no-placenteras. Los autores encontraron que la amplitud del componente LPC fue más grande cuando los sujetos ponían atención que cuando no lo hacían. El LPC también fue mayor con palabras placenteras que con palabras neutras. En suma, Kissler y colaboradores proponen que el contenido emocional de las palabras es procesado por el cerebro sin esfuerzo y automáticamente y que este proceso no sufre interferencia con una tarea decisión gramatical.

A fin de examinar el impacto simultáneo de la incongruencia y la connotación emocional de las palabras sobre el procesamiento del componente N400 de los PEs durante la lectura, así como la influencia de la impulsividad en la generación del componente N400 De Pascalis, Arwari, D'Antuono y Cacace (2009) realizaron un estudio mediante los paradigmas de incongruencia semántica y de lectura palabra por palabra. Encontraron que las palabras congruentes/negativas produjeron tiempos de reacción mayores que las palabras congruentes/positivas y neutras. Las palabras incongruentes produjeron mayor amplitud en el componente N400 que las congruentes, aunque, para

las congruentes/negativas la amplitud de N400 fue mayor que para las congruentes/positivas y neutras.

Procesamiento de palabras emocionales y RMf

Maddock, Garret y Buonocore (2002) realizaron un estudio para examinar si las palabras emocionales y las neutras activan la corteza cingulada posterior, una región de la corteza cerebral que se ha asociado con la memoria. Para lograr lo anterior los autores seleccionaron palabras placenteras, displacenteras y neutras; dichas palabras fueron igualadas en cuanto a la imaginabilidad y la familiaridad, características no emocionales que podrían mejorar el desempeño de la memoria. A 8 sujetos se les practicó resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés) mientras evaluaban la valencia de las palabras. La corteza cingulada posterior tuvo mayor activación con las palabras emocionales que con las palabras neutras.

Las respuestas a la emotividad de las palabras en las regiones de la corteza cerebral frontal rostral y retroesplénica fueron medidas por Cato y col. (2004) utilizando resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés). La tarea para 26 sujetos consistió en una categorización silenciosa de la valencia emocional (positiva, neutra o negativa) y en la repetición silenciosa de palabras con una valencia neutra. Ocurrió una activación bilateral en las regiones frontal y retroesplénica con las palabras con valencia positiva y negativa, pero no existió activación con las palabras neutras.

Beauregard y col. (1997) buscando el substrato neural para las palabras concretas, abstractas y emocionales, realizaron un estudio con tomografía por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés) mientras 10 sujetos observaban bloques de letras aleatorias o de palabras concretas, abstractas o emocionales. Los autores encontraron que todas las palabras produjeron activación del lóbulo temporal izquierdo y de ambos lóbulos occipitales. Además, las palabras emocionales produjeron activación de la región orbital frontal.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para Kandel, Schwartz y Jessell (2000) la cognición humana se entiende como el procesamiento cerebral de la información (desde la sensorial hasta la simbólica) que es requerido para la representación de conceptos y la realización de una conducta. Por otra parte, la emoción se entiende como una vivencia subjetiva que se experimenta como agradable o desagradable y que se acompaña de cambios musculares, viscerales y hormonales en determinada dirección (Alcaraz Romero & Gumá Díaz, 2002). La emoción, también se puede entender como la predisposición a una acción, ya sea que se trate de una conducta, de la evaluación o producción del lenguaje o de eventos fisiológicos. Sin embargo, ya que estas respuestas varían entre las diferentes emociones, una pregunta muy importante es si estas respuestas son consistentes en los individuos y entre los individuos. Por lo que, algunos autores han postulado que la complejidad de estas respuestas puede ser reducida a parámetros motivacionales más simples (Lang, 1984).

Osgood y col. (1952), usando la técnica del diferencial semántico, fueron los primeros en demostrar empíricamente que las connotaciones afectivas de las palabras estaban definidas por tres dimensiones principales, a las cuales ellos llamaron evaluación, potencia y actividad. En la semántica diferencial, la connotación de una palabra está relacionada por las evaluaciones de los sujetos sobre una multitud de escalas de siete puntos. El análisis de los juicios de las personas sobre las palabras en tales escalas ha revelado un espacio tridimensional, cuya estructura ha sido replicada consistentemente y encontrada en diferentes culturas (Lang, 1984).

Las dimensiones de Osgood son la parte medular de otras teorías que tratan del afecto. Lang (1995) postula que todas las respuestas afectivas de las personas pueden caracterizarse con tres dimensiones: valencia, alertamiento y dominancia. Una respuesta emocional por parte de las personas no puede ser considerada como neutra ya que la valencia involucra un juicio, desde el máximo placer a un extremo displacer, que puede ser ubicado a lo largo de esta dimensión. El alertamiento está caracterizado por una excesiva ansiedad que se encuentra en un extremo de la dimensión y por indiferencia en

el otro extremo. La dominancia se refiere al grado de auto-control de las respuestas emocionales y varía desde el total control hasta actos erráticos. Las dimensiones de valencia y alertamiento son las que tienen el mayor impacto en las respuestas emocionales, llevando al autor a proponer un modelo del afecto basado principalmente en estas dos dimensiones. Dentro de este espacio afectivo, los diferentes tipos de estímulos como imágenes, sonidos y palabras se agrupan en forma de U. Estímulos altamente alertantes producen en la dimensión de la valencia calificaciones muy placenteras o muy displacenteras y, por otra parte, los estímulos poco alertantes son considerados neutros en relación con su valencia afectiva.

El efecto de la emotividad fue el hallazgo conductual que permitió conocer que el procesamiento cerebral de las palabras emocionales y de las neutras es diferente. Hoy día existen muy diversos estudios que corroboran el efecto de la emotividad utilizando PREs (Carretié, et al., 2008; Chapman, et al., 1978; Chapman, et al., 1980; De Pascalis, et al., 2009; Herbert, et al., 2006; Kanske & Kotz, 2007; Kissler, et al., 2007; Kissler, et al., 2009; Ortigue, et al., 2004; Shapkin, et al., 2000; Skrandies & Chiu, 2003). Los resultados de los estudios mencionados sugieren que las estructuras y mecanismos del procesamiento cerebral de las palabras emocionales y de las neutras son diferentes.

Por otra parte, el componente N400, observado dentro de los PREs, se considera como una medida electrofisiológica del procesamiento semántico cerebral. Este componente fue inicialmente descrito ante la incongruencia de una palabra con el contexto precedente durante la lectura (Kutas & Hillyard, 1980); sin embargo, hoy se acepta que el componente N400 no sólo aparece con palabras incongruentes (visuales o auditivas) sino con líneas, fotografías, caras, sonidos e incluso olores incongruentes. Se ha postulado que la amplitud de N400 refleja el grado de preactivación contextual de la representación de la palabra en la memoria semántica (Kutas & Federmeier, 2000).

Todos los estudios con PREs mencionados arriba han reportado diferencias conductuales y electrofisiológicas en el procesamiento de las palabras emocionales respecto de las palabras neutras, diferencias que se explican por el efecto de la emotividad. Por otra parte, empleando tareas que implican juicios semánticos con

palabras que varían en la dimensión abstracto-concreto se ha observado un componente similar al N400 de mayor voltaje ante las palabras de tipo concreto (Castro Salas, 2008), pero este tipo de tarea no ha sido empleado para explorar los efectos conductuales y electrofisiológicos de palabras con valencia emocional.

Por lo tanto, el presente trabajo se propone responder las siguientes preguntas:

1. ¿Existen diferencias conductuales y electrofisiológicas (en cuanto a amplitud y latencia de algunos componentes de los PREs) en función de la emotividad de las palabras y de la congruencia e incongruencia de las mismas?;
2. si existen esas diferencias ¿son semejantes a las que se han reportado en estudios anteriores con PREs?, y
3. si es así ¿el uso de una tarea de juicio semántico que requiere asociar una definición usual con una palabra, modifica las respuestas conductuales y electrofisiológicas relacionadas con la emotividad de las palabras y con la congruencia e incongruencia de las mismas?

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

Ampliar el conocimiento acerca del impacto de las emociones sobre el procesamiento cerebral de las palabras.

Objetivos particulares

Investigar las respuestas conductuales y electrofisiológicas (N400 y LPC) que ocurren durante el procesamiento cerebral de las palabras emotivas (positivas o negativas) y de las palabras neutras, utilizando una tarea de juicio semántico donde se pide a los sujetos indicar si una palabra es congruente o no con una definición.

Investigar la posible interacción entre la emotividad de las palabras y la congruencia semántica sobre el componente N400.

Hipótesis general

Si las palabras emocionales son procesadas preferentemente respecto a las neutrales y si la incongruencia de una palabra con la definición previa incide sobre el procesamiento cerebral entonces las respuestas conductuales y electroencefalográficas serán distintas dependiendo de las combinaciones de emotividad y congruencia.

Hipótesis particulares

Las respuestas conductuales ante palabras negativas serán más rápidas y precisas (menor TR y menor número de errores) que ante las positivas y neutras.

Las respuestas conductuales ante las palabras incongruentes serán menos rápidas y precisas que ante las congruentes.

El componente N400 será mayor ante las palabras incongruentes negativas que ante las incongruentes positivas o neutras.

El componente LPC tendrá mayor amplitud y menor latencia ante palabras emocionales que ante palabras neutras.

MÉTODO

Sujetos

Participaron de manera voluntaria (Anexo A) 20 sujetos del género masculino entre los 20 y 31 años de edad ($M= 24.98$, $DS=3.30$), diestros, hispanohablantes, con estudios mínimos de Licenciatura y máximos de Maestría, con visión normal o corregida y sin cursar con enfermedad neurológica o psiquiátrica. El diseño experimental se corresponde con los lineamientos éticos requeridos por la institución (Anexo B).

A fin de verificar que los sujetos cumplieran con los requisitos arriba mencionados se les aplicó un cuestionario control y la prueba de ANNET (Annett, 1970) para determinar su lateralidad dominante (Anexo C). Así mismo, para evaluar la lectura se utilizó un texto de 455 palabras de Octavio Paz (Anexo D). Se cuantificaron mediante una grabación el tiempo y velocidad de la lectura, así como las modificaciones del texto durante la lectura (substituciones, omisiones), con el objetivo de detectar si alguno de los participantes tenía problemas notorios relacionados con la lectura.

Variables Independientes

Valencia afectiva: Positiva, neutra y negativa.

Congruencia: Sí (congruencia entre la definición y la palabra) o No (incongruencia entre la definición y la palabra).

Variables Dependientes

Tiempo de reacción, número de errores, topografía, amplitud y latencia de los componentes en los PREs obtenidos durante el proceso experimental.

Materiales

Aparatos y Software

Se utilizó para el registro electroencefalográfico un equipo Medicid 4 de 19 derivaciones (Neuronic), con un factor de amplificación de 20,000 en cada uno de los

amplificadores y se emplearon electrodos de plata chapeados en oro (Neuro Supplies Inc). El análisis estadístico de los datos de interés se hizo con el programa SPSS y los estímulos fueron presentados utilizando el programa EsVisW versión 1.0.5 (Zarabozo, 1998).

Estímulos

Los estímulos aparecen en el Anexo E y fueron 180 palabras, todas sustantivos: 60 placenteras, 60 neutras y 60 displacenteras y 360 definiciones (la mitad fue congruente con las palabras y la otra mitad no). Las palabras fueron los estímulos (*targets*) ante los cuales respondieron los sujetos.

Las palabras fueron seleccionadas conforme a los siguientes criterios: a) valencia afectiva (placentera, neutra, displacentera), b) longitud de la palabra y c) frecuencia de uso. El índice de valencia afectiva, la longitud de la palabra y la frecuencia de uso fueron tomados, en principio, de *The Spanish adaptation of ANEW (Affective Norms for English Words)* del trabajo de Redondo y col. (2007). Estas normas califican el grado de emotividad de las palabras de acuerdo con una escala del 1 (muy displacentera) al 9 (muy placentera). La longitud de las palabras en cada uno de los tres grupos de palabras varió de 5 a 7 letras.

Las definiciones fueron tomadas del *Diccionario del Español Usual en México* (Lara Ramos, 2000) sin cambiar el sentido literal de la acepción original. Las definiciones incongruentes corresponden a palabras que aparecen en *The Spanish adaptation of ANEW* de Redondo y col. (2007) pero que no figuraron entre las presentadas a los sujetos.

Se compararon las puntuaciones de emotividad entre los tres grupos de palabras (positivas, neutras y negativas) mediante Análisis de Varianza de un Factor y se encontraron diferencias significativas ($F(2,177)= 4878.3, p < 0.001$) entre ellas (Anexo F). A continuación se realizaron comparaciones a posteriori (Games-Howell) entre los tres pares posibles (positivas vs neutras, positivas vs negativas y neutras vs negativas). Todas las comparaciones resultaron significativas ($p < 0.01$). Con respecto a otras características de interés (frecuencia relativa -ANEW-, número de letras de cada palabra, número de sílabas de cada palabra, número de palabras de las definiciones que originaron congruencia o

incongruencia) también se compararon los tres grupos de palabras, y en ninguno de los casos la diferencia fue significativa.

Las tablas del Anexo F muestran los promedios y las desviaciones estándar para cada una de las variables analizadas.

Las palabras y las definiciones fueron diseñadas con el programa FIREWORKS versión 8.0. Las palabras fueron elaboradas con fuente Impact tamaño 120, en color negro, y sobre recuadros con fondo blanco y las definiciones con fuente Impact tamaño 42, en color negro, dentro de recuadros con fondo blanco.

Los 360 estímulos (60 palabras x 3 valencias X 2 condiciones de congruencia) se ordenaron aleatoriamente y se presentaron en 9 bloques de 40 ensayos cada uno, con descansos de aproximadamente un minuto entre los bloques.

Procedimiento

Tarea

En este estudio se utilizó una tarea de juicio semántico que requirió a cada sujeto indicar si la palabra que seguía a una definición era congruente o no con la definición; si el sujeto consideraba que la palabra era congruente debía presionar el botón izquierdo del ratón con el dedo índice, y si juzgaba que era incongruente debía oprimir el botón derecho del ratón con el dedo medio.

La tarea incluyó seis condiciones experimentales: 1) palabra **placentera congruente** con la definición, 2) palabra **placentera incongruente** con la definición, 3) palabra **neutra congruente** con la definición, 4) palabra **neutra incongruente** con la definición, 5) palabra **displacentera congruente** con la definición y 6) palabra **displacentera incongruente** con la definición. Dentro de cada bloque se combinaron las seis condiciones experimentales en la misma proporción. Antes de comenzar de la tarea se dio a los sujetos participantes la instrucción siguiente:

En la siguiente tarea se te presentará una serie de definiciones y palabras del modo siguiente:

Primero aparecerá la definición de un concepto, posteriormente se te mostrará una palabra, tú debes indicar lo más rápido que te sea posible si la palabra corresponde o no con la definición anterior; si te parece que corresponde presiona el botón izquierdo del ratón con el dedo índice, si te parece que no corresponde oprime el botón derecho del ratón con el dedo medio.

Al inicio de la tarea y de manera intermitente verás un punto rojo en el centro de la pantalla. Por favor mantén tu vista en él. Trata de parpadear lo menos posible, sobre todo al momento de dar tu respuesta.

Gracias.

Cada bloque inició con la presentación de un punto de fijación durante 500 ms, a continuación se presentó una definición durante 2000, 3000 o 4000 ms; dependiendo de la extensión de la misma; posteriormente apareció de nuevo el punto de fijación durante $500 \text{ ms} + t$ y luego la palabra durante otros 1000 ms. A continuación nuevo punto de fijación de $1,500 \text{ ms} + t$. El participante tuvo para responder todo el tiempo comprendido entre la aparición de la palabra, el punto de fijación, más t que precedía la presentación de la definición siguiente. t comprendió un tiempo aleatorio igual o menor a 1,500 ms (Figura 8.1).

Análisis de los datos

Datos Conductuales

Se compararon los tiempos de reacción (TR) y los errores cometidos (RI) mediante Análisis de Varianza de Medidas Repetidas para un diseño factorial 3 x 2: Valencia Afectiva (Negativa, Neutra, Positiva) x Congruencia (Incongruente, Congruente).

Con objeto de minimizar las posibles faltas de correspondencia de una definición con un sustantivo, lo que alargaría artificialmente los tiempos de reacción, todos los análisis se realizaron también empleando las medianas en lugar de las medias llegando exactamente a las mismas conclusiones. Con base a lo anterior se decidió trabajar con las medias por sus ventajas en sus propiedades numéricas.

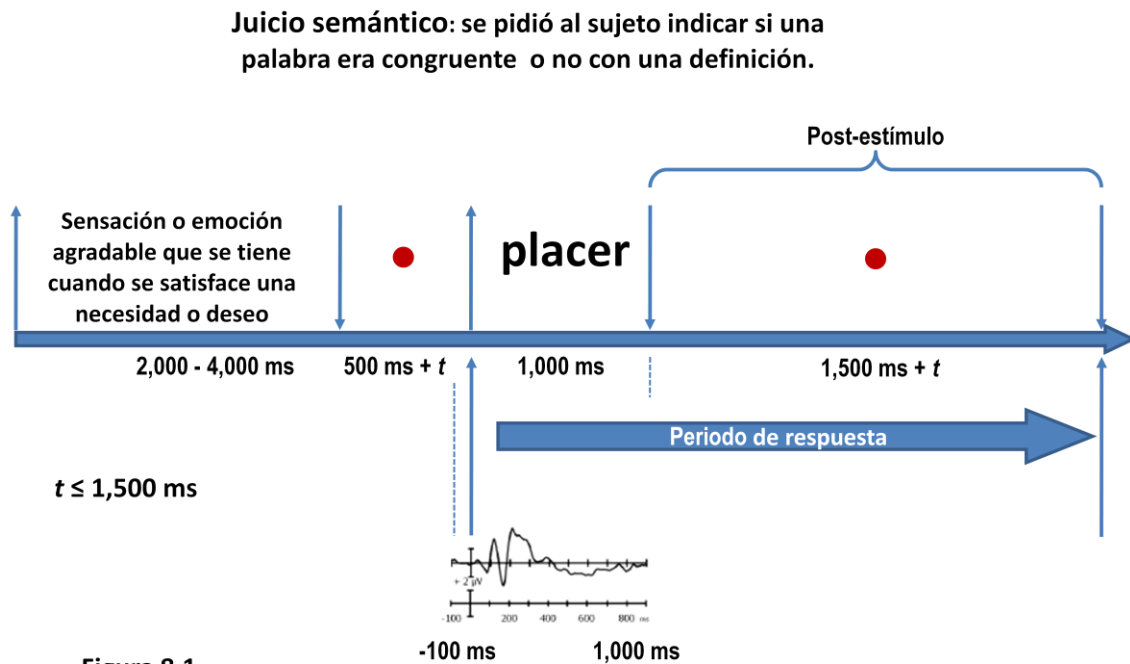


Figura 8.1

Datos Electrofisiológicos

Se registró el EEG en todas las derivaciones del Sistema Internacional 10-20 con referencia a los lóbulos auriculares cortocircuitados. Las impedancias se mantuvieron abajo de los 5 kΩ durante los registros. Los PREs para cada sujeto se obtuvieron promediando 40 segmentos de EEG libres de artefactos que correspondieron a respuestas correctas en cada una de las seis condiciones experimentales.

Para cada sujeto se calcularon el voltaje máximo o mínimo y su latencia dentro de cinco ventanas temporales de interés (80-140 ms, 140-200 ms, 200-400 ms, 300-500 ms y,

400-800 ms); estas ventanas fueron elegidas porque corresponden respectivamente a los rangos de latencia de los componentes P100, N170, P300, N400 y LPC.

Los efectos de las palabras sobre los componentes tempranos (P100, N170) y tardíos (P300, N400, LPC) fueron examinados estadísticamente mediante un Análisis de Varianza de Medidas Repetidas (ANOVA) para un diseño factorial 3 x 2 x (d): Valencia Afectiva (Negativa, Neutra, Positiva) x Congruencia (Incongruente, Congruente) x Derivaciones (cuyo número se determinó por inspección visual de los resultados).

En todos los Análisis de Varianza de Medidas Repetidas se aplicó el procedimiento de Greenhouse-Geisser cuando se violó el supuesto de esfericidad, y se reportaron los grados de libertad no corregidos; así como el tamaño del efecto de la variable independiente sobre la dependiente reflejado por η^2 (eta cuadrada). $\eta^2 .1$ se considera como un efecto pequeño, $\eta^2 .3$ se considera como un efecto mediano y $\eta^2 .5$ como grande (Field, 2009).

Consideraciones metodológicas

El análisis visual de los grandes promedios reveló que los componentes P100, N170 fueron más confiables respectivamente entre los 80-140 ms y los 140-200 ms después del inicio de las palabras. Estos componentes fueron observados con certeza en 13 sitios de registro (F3, F4, C3, C4, P3, P4, T5, T6, O1, O2, Fz, Cz, Pz). El valor del voltaje de los componentes P100 y N170 fue obtenido determinando el voltaje máximo o mínimo de cada uno de los trece sitios de registro en la ventana correspondiente.

Por otra parte, para el análisis estadístico de los componentes P300, N400 y LPC se seleccionaron 11 sitios de registro electroencefalográfico (F3, F4, C3, C4, P3, P4, T5, T6, Fz, Cz, Pz) ya que el análisis visual de los grandes promedios reveló la topografía y la dinámica temporal de cada una de las tres ondas cerebrales. Para la determinación del voltaje máximo o mínimo se usaron estos once sitios de registro dentro de las ventanas de los 200-400 ms, 300-500 ms y 400-800 ms donde los componentes P300, N400 y LPC fueron confiablemente observados.

RESULTADOS

Conductuales

El tiempo de lectura promedio (455 palabras) para los 20 sujetos (tabla 9.1) fue de 183.15 segundos, con una Desviación Estándar (DE) de 20.61 s, el cual se considera un buen desempeño de lectura en voz alta (Rosselli, Matute, & Ardila, 2006). El promedio de sustituciones fue 2.15 (DE 2.11), el de cambios morfológicos 1.3 (DE 1.174) y el de omisiones .85 (DE 1.39).

Estadísticos Descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Promedio	DE
Tiempo de lectura (s)	20	160	234	183.15	20.605
Substituciones de letras y palabras	20	0	8	2.15	2.110
Cambios morfológicos (género y número)	20	0	5	1.30	1.174
Omisiones	20	0	5	.85	1.387
Edad	20	20.93	31.07	24.9750	3.30204

Tabla 9.1

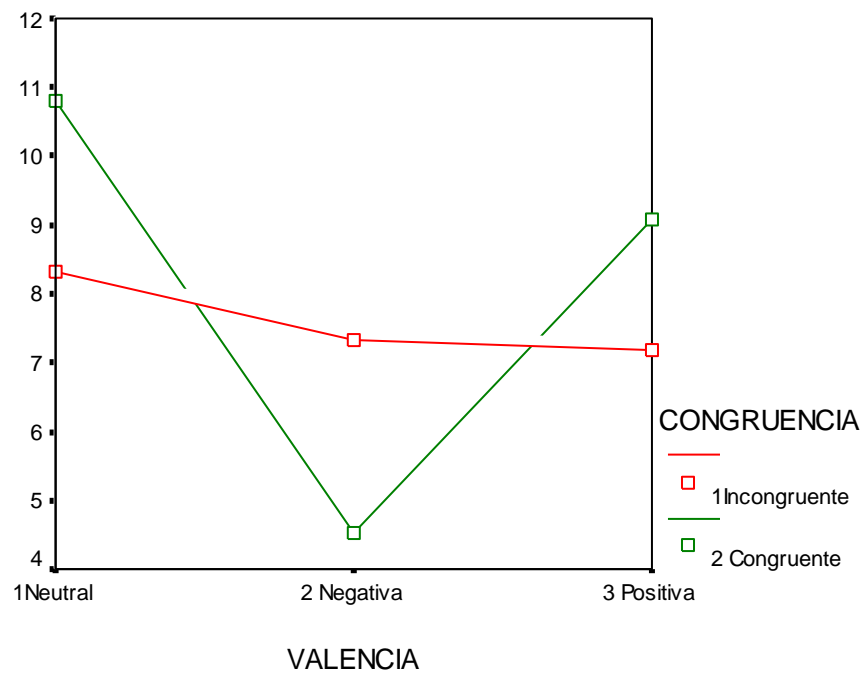
La Tabla 9.2 muestra los errores cometidos en cada condición. Las diferencias no fueron significativas en función de la Congruencia, pero sí lo fueron en función de la Valencia ($F(2, 38) = 22.75, p < .001, \eta^2 = .55$). También resultó significativa la interacción entre los dos factores ($F(2, 38) = 10.24, p < .001, \eta^2 = .35$). La Gráfica 9.1 muestra cómo sólo cuando las palabras eran congruentes el porcentaje de errores fue significativamente menor ante las palabras negativas que ante las neutras y ante las positivas (Bonferroni, $p < 0.05$).

Errores cometidos (%)				
	Neutras	Negativas	Positivas	Promedio
Incongruentes	8.32 (5.32)	7.32 (5.29)	7.18 (4.74)	7.61 (5.26)
Congruentes	10.81 (5.35)	4.52 (3.57)	9.07 (4.17)	8.14 (5.11)
Promedio	9.57 (5.69)	5.92 (4.67)	8.13 (4.51)	

Tabla 9.2

Media y (Desviación Estándar) del porcentaje de errores de los (n = 20) sujetos en las seis combinaciones Congruencia x Valencia.

Combinaciones de Congruencia x Valencia



Gráfica 9.1

Porcentaje de respuestas incorrectas de los sujetos (n= 20) en las seis combinaciones de Congruencia x Valencia.

El tiempo de reacción (TR) promedio para respuestas correctas de los sujetos en las seis condiciones experimentales (tabla 9.3) fue de 638 ms. El análisis estadístico reveló diferencias significativas en el TR evocadas por el factor Congruencia ($F_{(1, 19)} = 20.67$, $p < .001$, $\eta^2 = .52$). Las palabras incongruentes ($M = 657.5$ ms, Error típico 21.3) presentaron mayores TR que las congruentes ($M = 619.4$ ms, Error típico 20.7). En sentido opuesto no se encontraron diferencias significativas en el factor Valencia ($F_{(2, 38)} = 1.06$, $p > .3$, $\eta^2 = .05$). También se observó una interacción significativa entre los factores Congruencia y Valencia ($F_{(2, 38)} = 6.11$, $p < .05$, $\eta^2 = .24$). Esto indica que la congruencia tuvo diferentes efectos sobre los TR de los sujetos dependiendo del tipo de valencia que fue usada (gráfica 9.2).

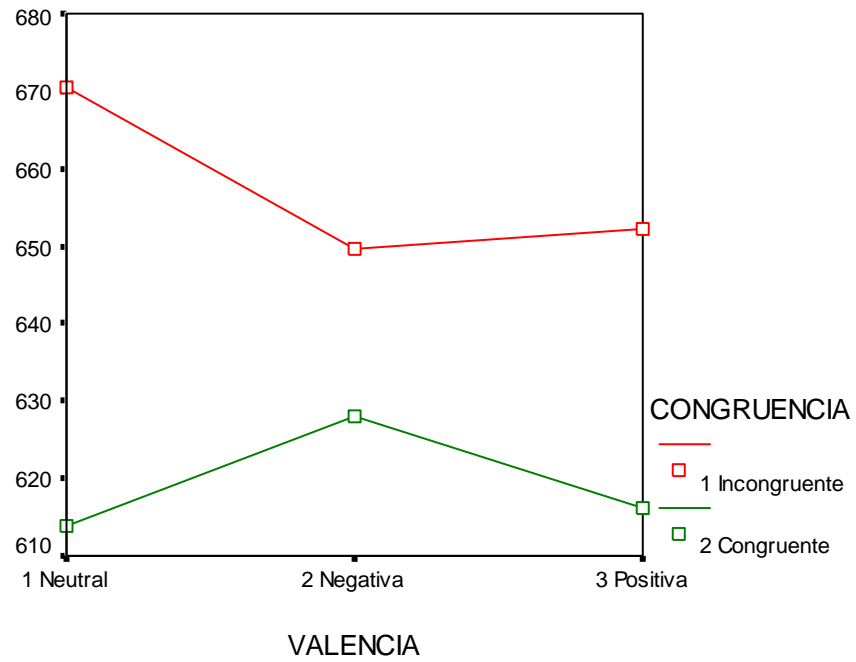
En análisis *post hoc* de Bonferroni de comparación por pares no reveló diferencias significativas del TR entre las palabras congruentes neutras, negativas y positivas. En cambio, reveló diferencias significativas entre las palabras incongruentes neutras y positivas, teniendo las palabras incongruentes positivas menor TR que las neutras.

Tiempo de Reacción (ms)				
	Neutras	Negativas	Positivas	Promedio
Incongruentes	670.55 (103.54)	649.65 (89.77)	652.32 (97.55)	657.51 (95.91)
Congruentes	613.85 (102.19)	628.09 (100.2)	616.23 (80.22)	619.39 (93.32)
Promedio	642.2 (105.52)	638.87 (94.53)	634.28 (90.03)	

Tabla 9.3

Media y (Desviación Estándar) del Tiempo de Reacción de los ($n = 20$) sujetos en las seis combinaciones Congruencia x Valencia.

Combinaciones de Congruencia x Valencia



Gráfica 9.2

Tiempo de reacción de los sujetos (n=20) ante las palabras en sus seis diferentes combinaciones de Congruencia x Valencia.

Electrofisiológicos

Descripción de los PREs

En la inspección visual de los grandes promedios de los PREs de las seis condiciones experimentales y en todos los sitios del registro electroencefalográfico tanto izquierdos como derechos se observa inicialmente una pequeña onda positiva (P100) seguida de una deflexión negativa (N170). Las ondas P100-N170 se observan de mayor tamaño en las regiones occipitotemporales (O1,O2,T5, T6) y en el hemisferio izquierdo que en las zonas homólogas del hemisferio derecho. Posteriormente se aprecia una onda positiva (posiblemente P200) y a continuación una deflexión negativa (posiblemente N200). Estas dos últimas ondas son pequeñas en relación al resto de los componentes y no se observan en la región temporoparietal derecha (P4,T5,T6A). (Figuras 9.1-9.77).

A continuación se observa un componente positivo (P300) en todos los sitios del registro electroencefalográfico y en las seis condiciones experimentales, aunque es más conspicuo en las regiones frontocentroparietales y en el hemisferio derecho (F4, C4, P4). También es mayor ante las palabras congruentes que ante las incongruentes, independientemente de su connotación emocional. (Figuras 9.1-9.77).

Posteriormente se presenta una onda negativa (N400) en las seis condiciones experimentales, siendo más notable en la región centroparietal (Cz, Pz,C3, C4, P3, P4) y en el hemisferio derecho (C4, P4). La deflexión es mayor ante las palabras incongruentes que ante las congruentes y ante las palabras neutrales que ante las emocionales. Por último, se presenta un componente positivo (LPC) en las seis condiciones experimentales y en todos los sitios de registro electroencefalográfico; éste se observa de mayor tamaño ante las palabras incongruentes que ante las congruentes y ante las emocionales que ante las neutrales y no parece haber predominio hemisférico. (Figuras 9.1-9.7).

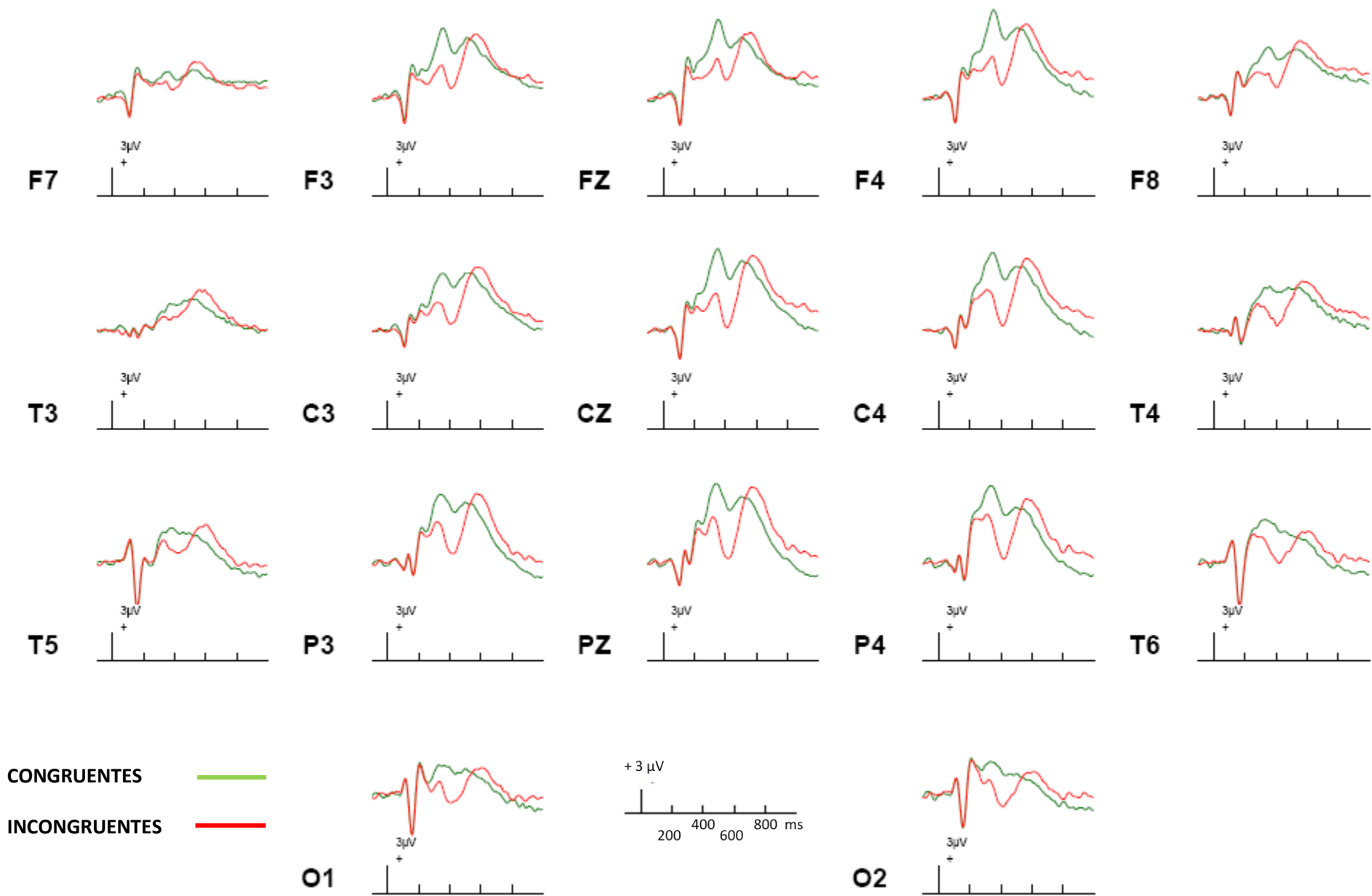


Figura 9.1 Gran promedio PRES ante palabras **NEUTRAS**.

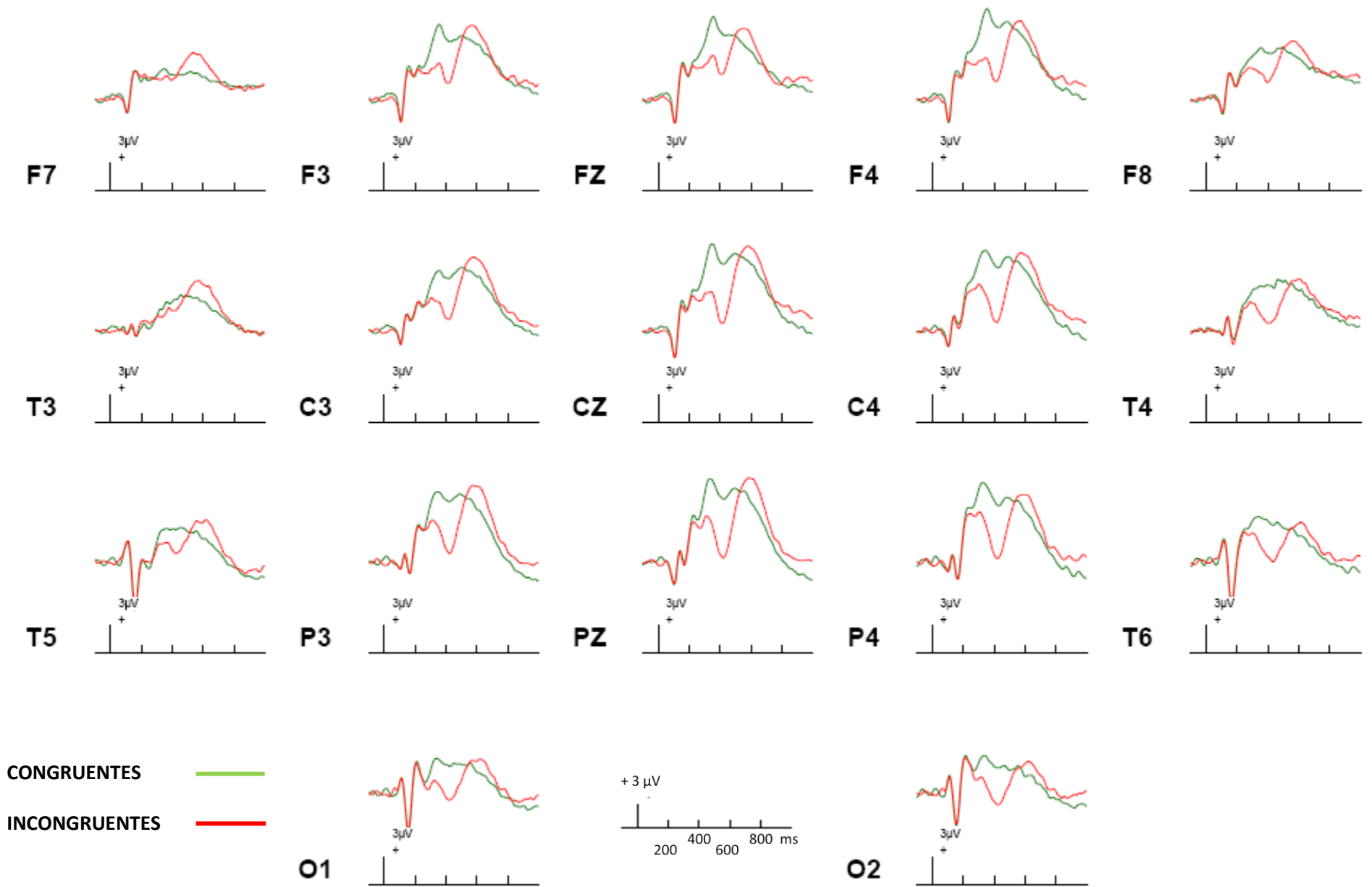


Figura 9.2 Gran promedio PRES ante palabras **NEGATIVAS**.

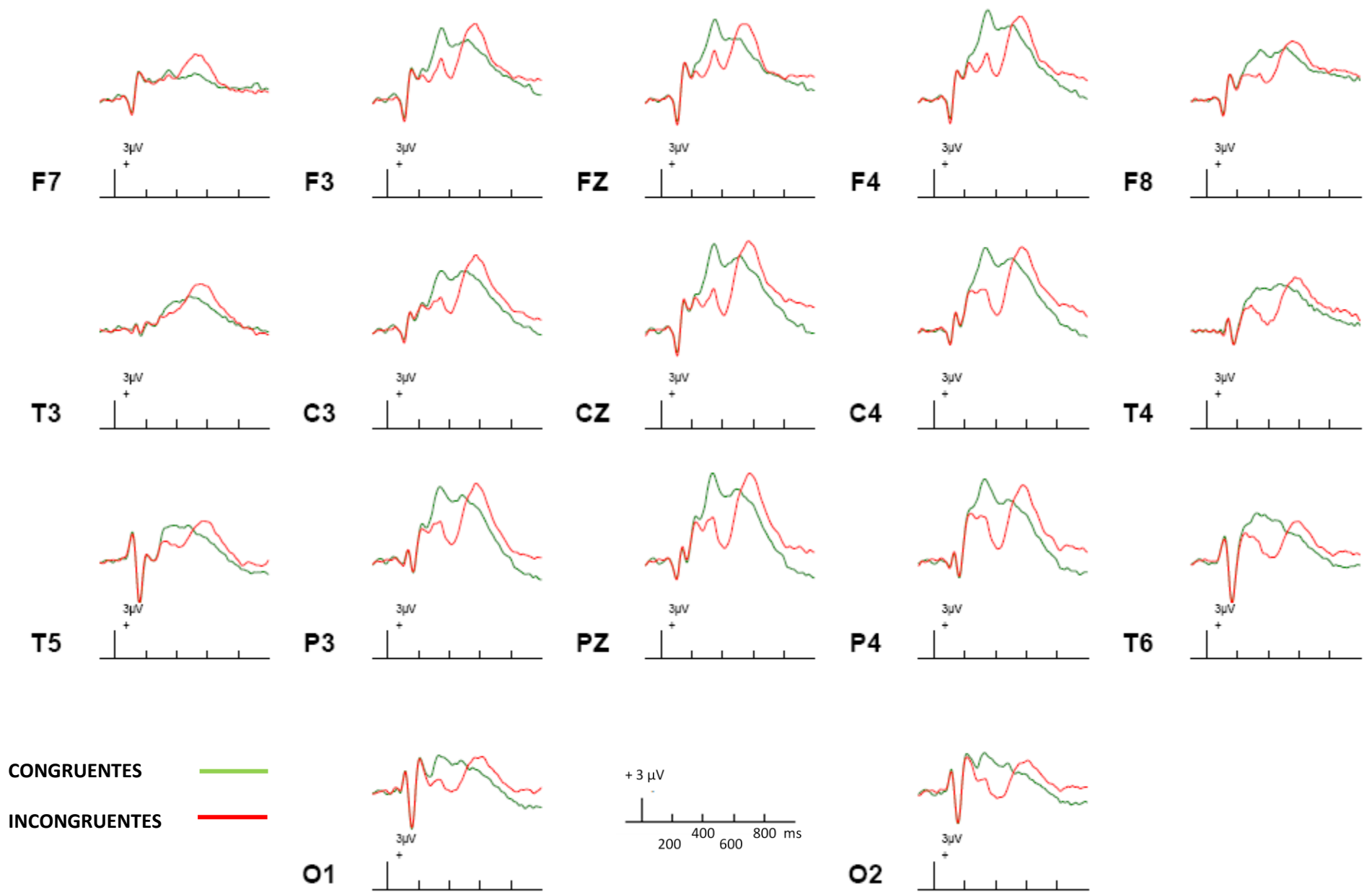


Figura 9.3 Gran promedio PRES ante palabras **POSITIVAS**.

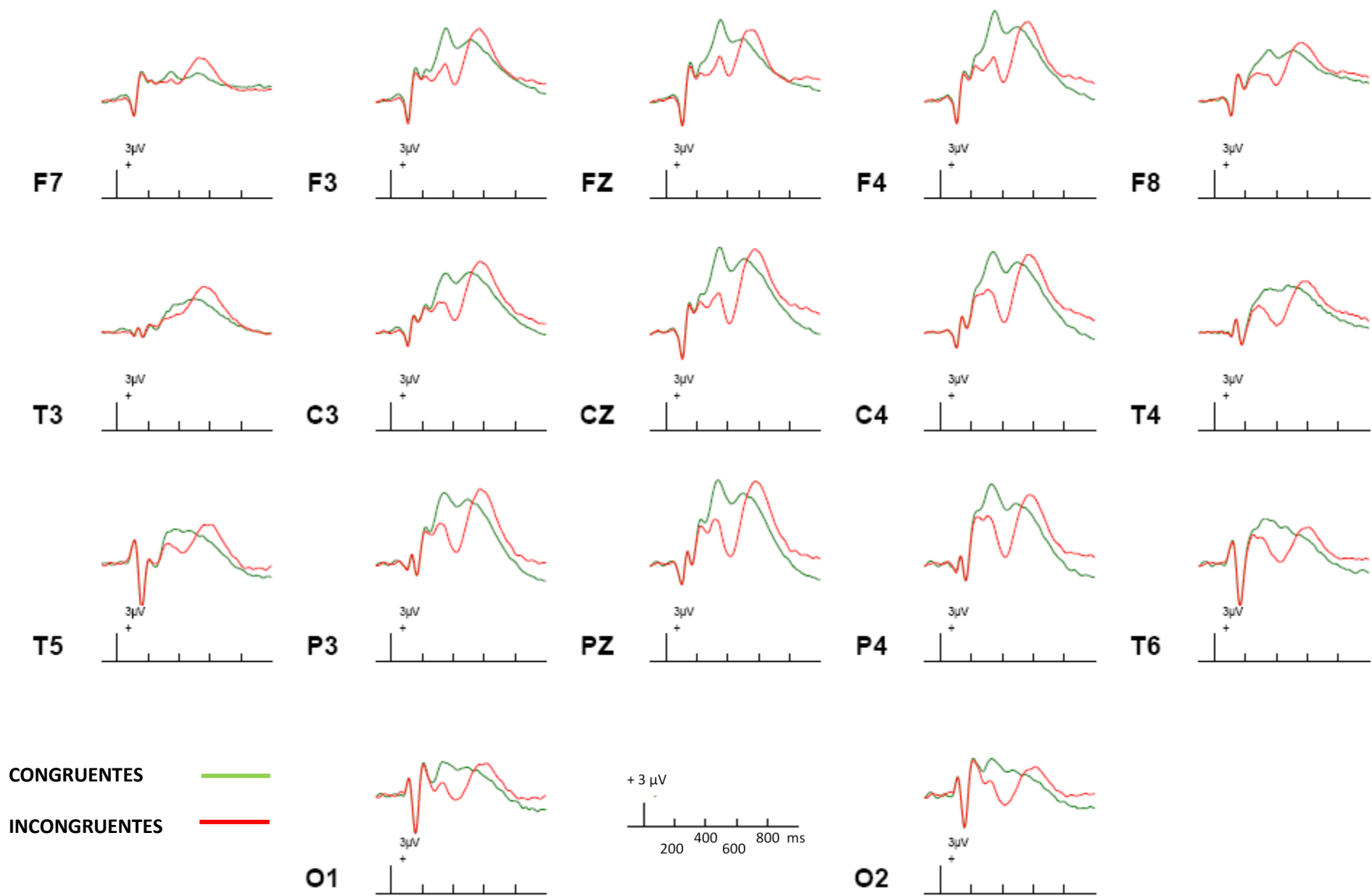


Figura 9.4 Gran promedio PRES de las palabras ante la **CONGRUENCIA**.

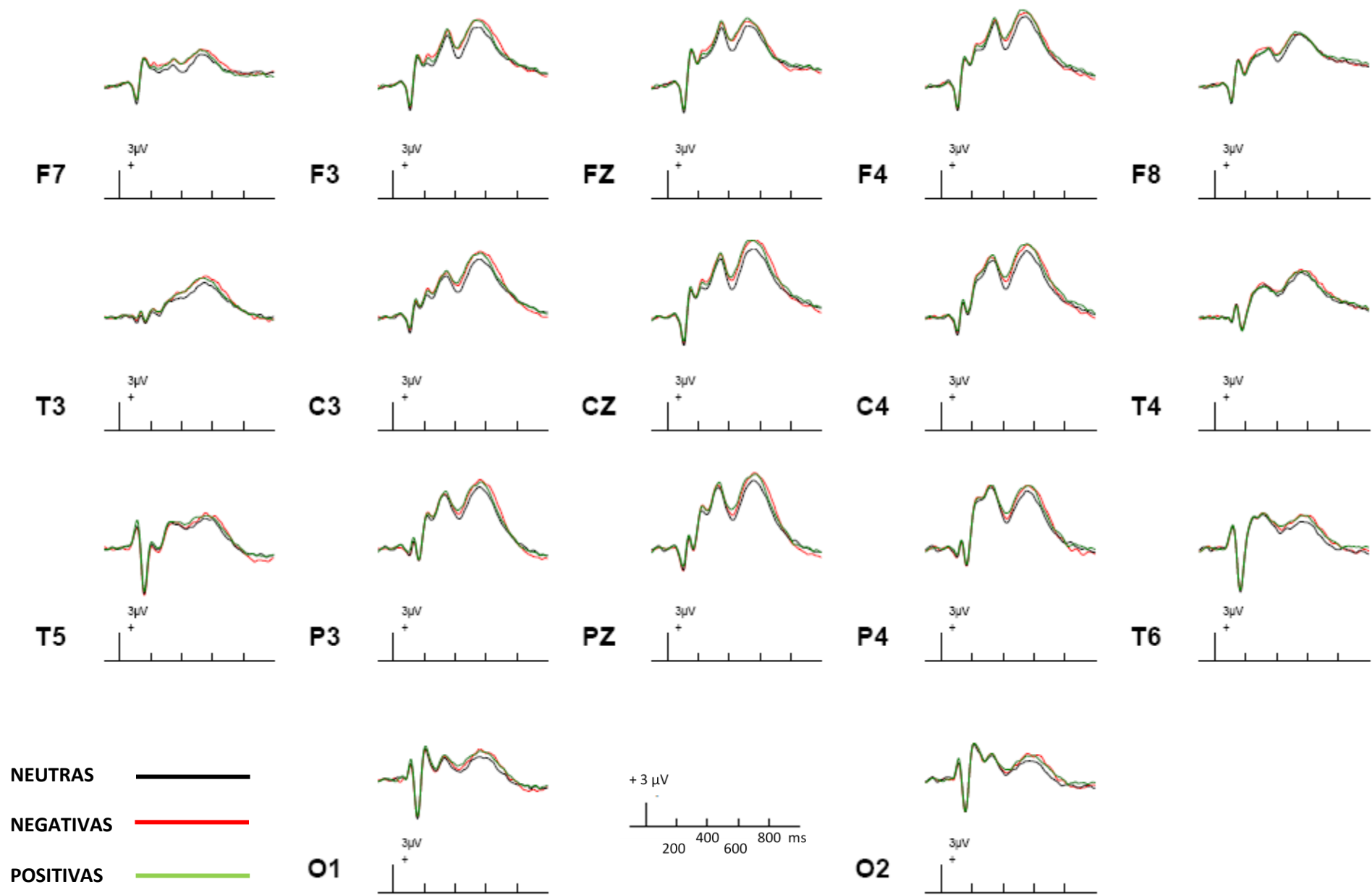


Figura 9.5 Gran promedio PRES ante **PALABRAS EMOCIONALES**.

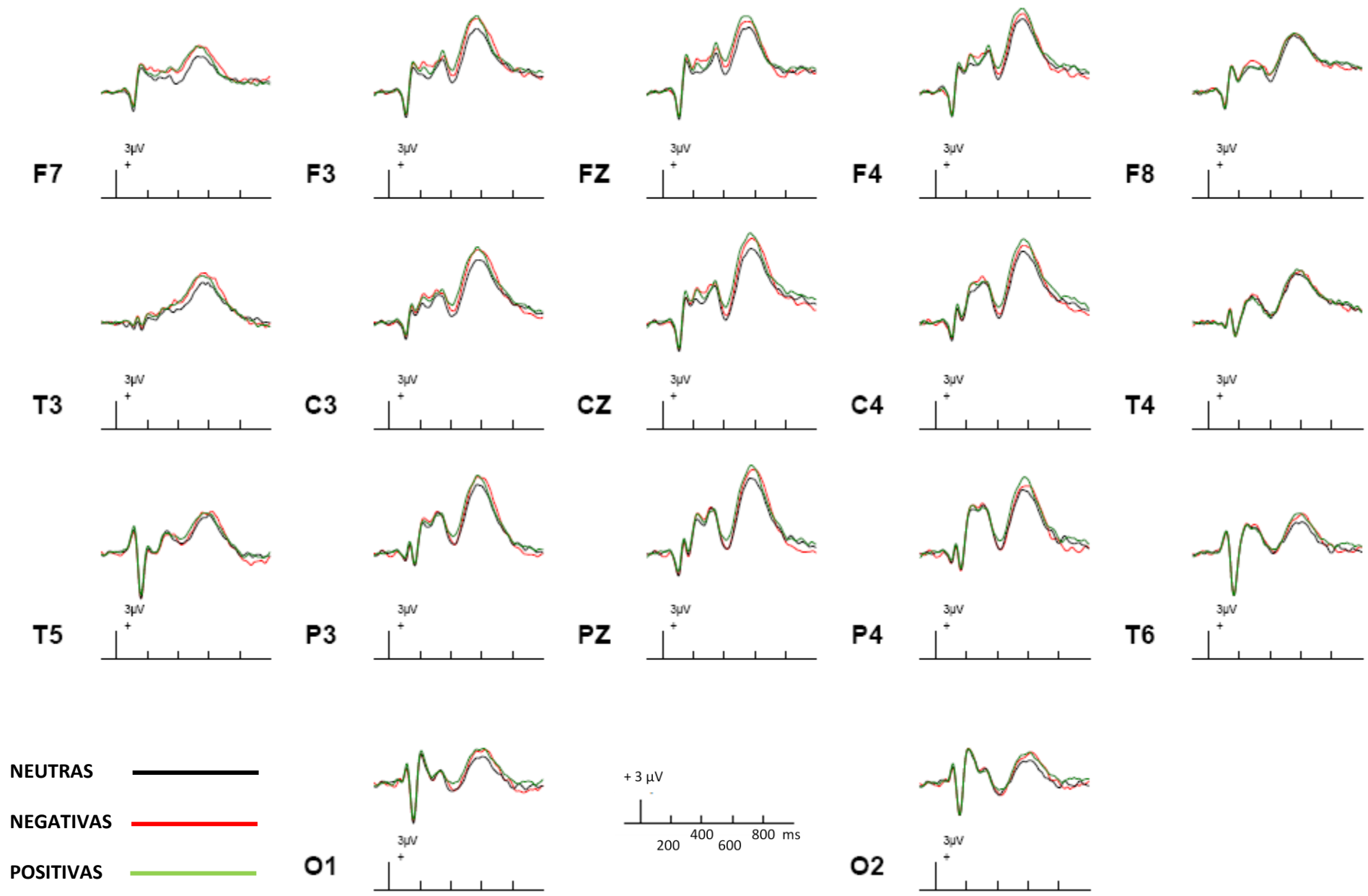


Figura 9.6 Gran promedio PRES ante palabras **INCONGRUENTES**.

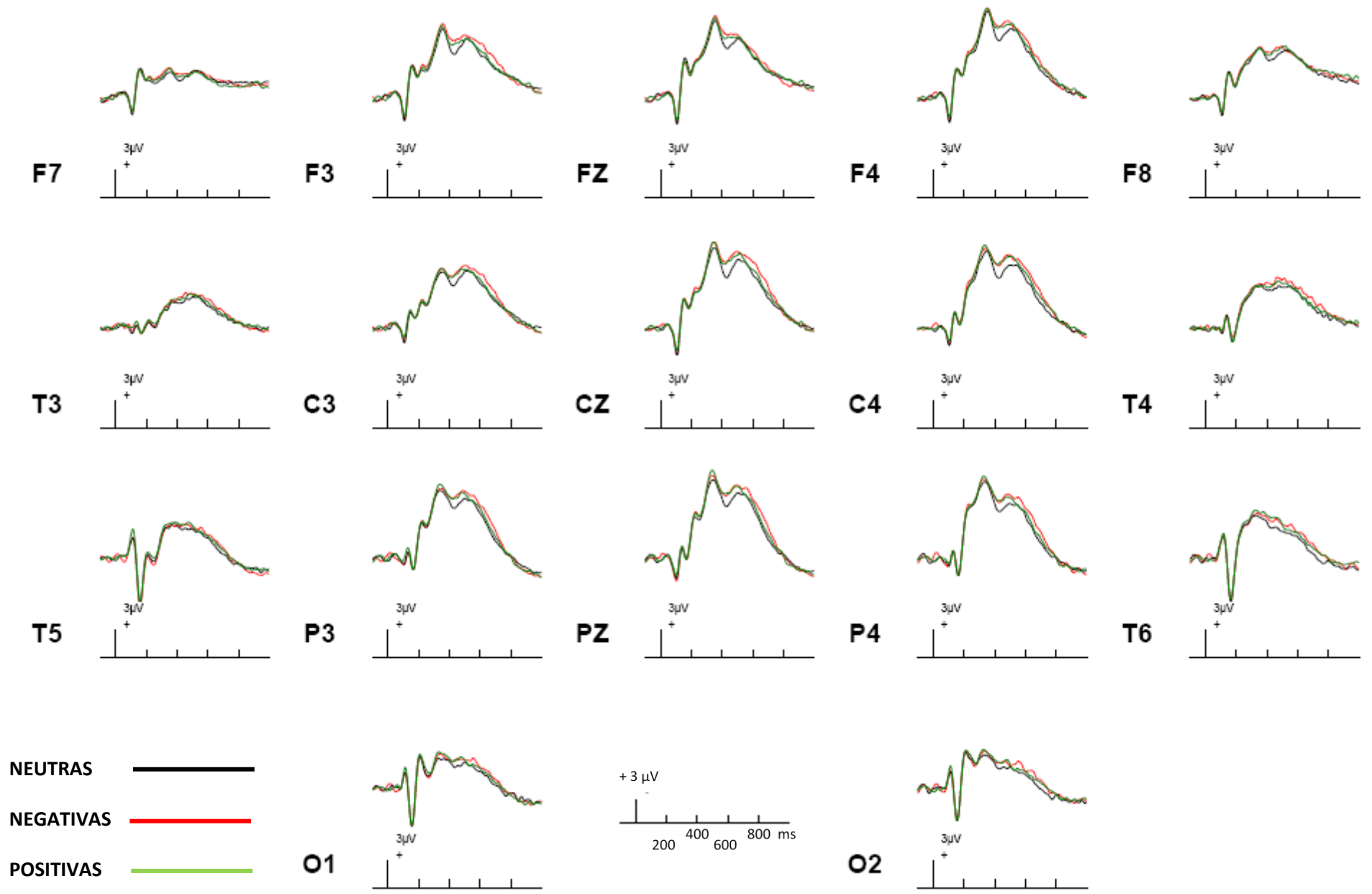
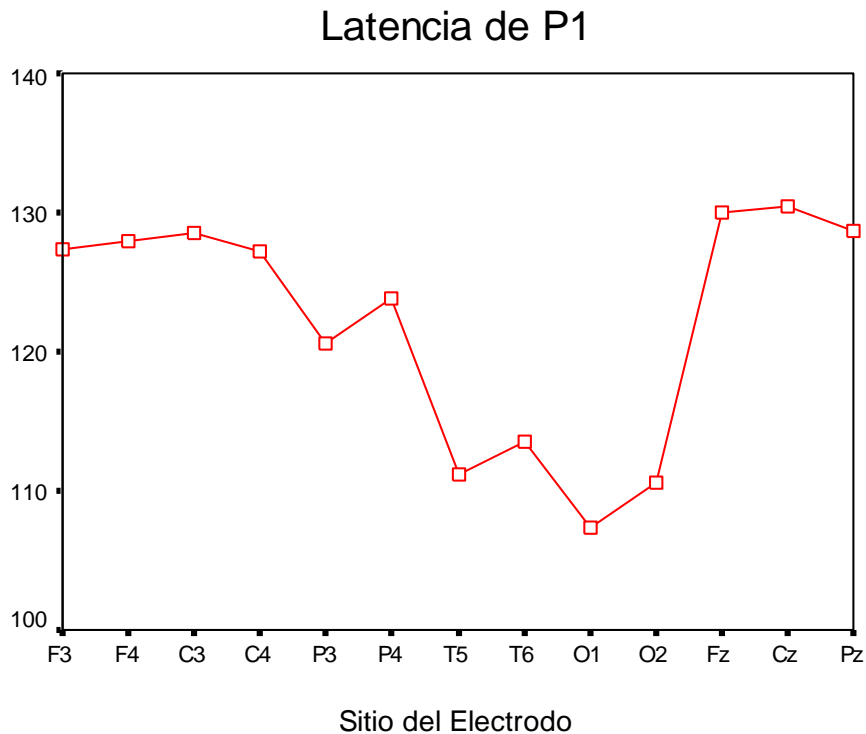


Figura 9.7 Gran promedio PRES ante palabras **CONGRUENTES**.

Análisis por ventanas

P100 (80-140 ms)

Para el componente P1 no se presentaron diferencias significativas en el voltaje evocadas por la Valencia, ($F_{(2,38)} = 1.402$, $p > .25$, $\eta^2 = .07$), la Congruencia ($F_{(1,19)} = .31$, $p > .58$, $\eta^2 = .02$) o el Sitio del Electrodo ($F_{(12,228)} = 1.02$, $p > .43$, $\eta^2 = .05$). Aunque se presentó una interacción entre la Valencia y el Sitio ($F_{(24, 456)} = 1.82$, $p < .05$, $\eta^2 = .09$). El voltaje del hemisferio izquierdo no presento diferencias significativas respecto del derecho en este componente, ($F_{(1,19)} = .19$, $p > .66$, $\eta^2 = .01$). Se encontró una interacción significativa entre la Valencia, el Hemisferio y el Sitio ($F_{(8,152)} = 7.61$, $p < .001$, $\eta^2 = .29$). En cuanto a la latencia para P1 no se presentaron diferencias significativas en el factor Valencia ($F_{(2,38)} = .54$, $p > .58$, $\eta^2 = .03$) ni en el factor Congruencia ($F_{(1, 19)} = .44$, $p > .51$, $\eta^2 = .03$). En cambio, se presentaron diferencias significativas en el factor Sitio ($F_{(12,228)} = 8.62$, $p < .001$, $\eta^2 = .31$); encontrándose las menores latencias en las regiones occipitotemporales (gráfica 9.3). No se presentó ninguna interacción significativa entre la Valencia, Congruencia y Sitio.

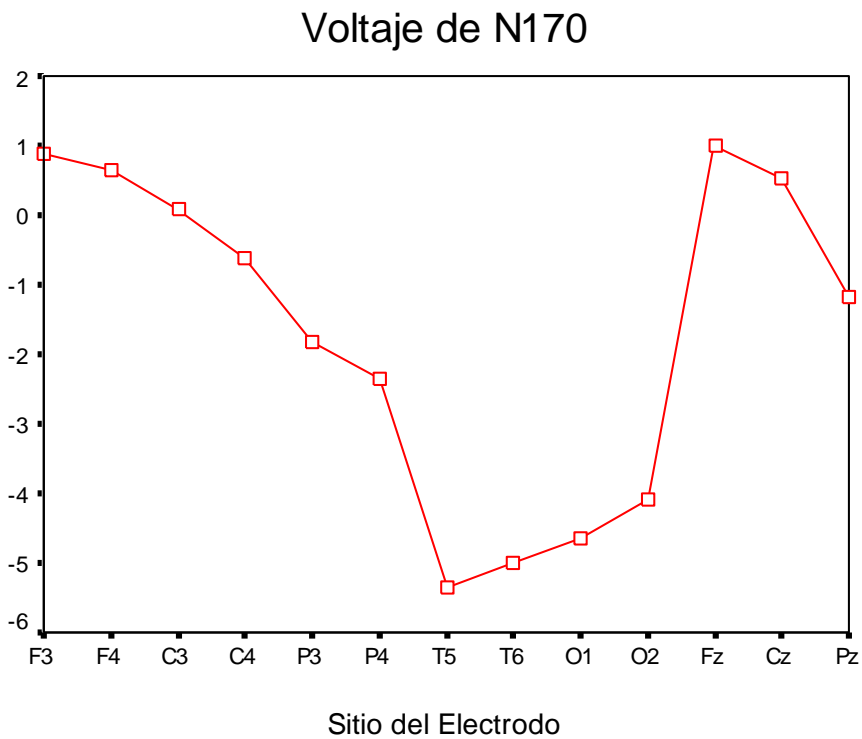


Gráfica 9.3

N170 (140-200 ms)

El análisis estadístico reveló diferencias significativas en el voltaje evocadas por el factor Sitio ($F_{(12, 228)} = 11.34$, $p < .001$, $\eta^2 = .37$). Los voltajes más negativos se observaron en la región occipitotemporal (gráfica 9.4). Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas por la Congruencia ($F_{(1,19)} = .07$, $p > .8$, $\eta^2 = .01$) o la Valencia ($F_{(2,38)} = .67$, $p > .52$, $\eta^2 = .03$). Tampoco se encontró una interacción significativa entre los factores Valencia, Congruencia y Sitio del Electrodo.

En este componente no se encontraron diferencias significativas en el voltaje de los dos hemisferios cerebrales ($F_{(1,19)} = .03$, $p > .85$) ni interacciones significativas de los hemisferios con el resto de los factores.



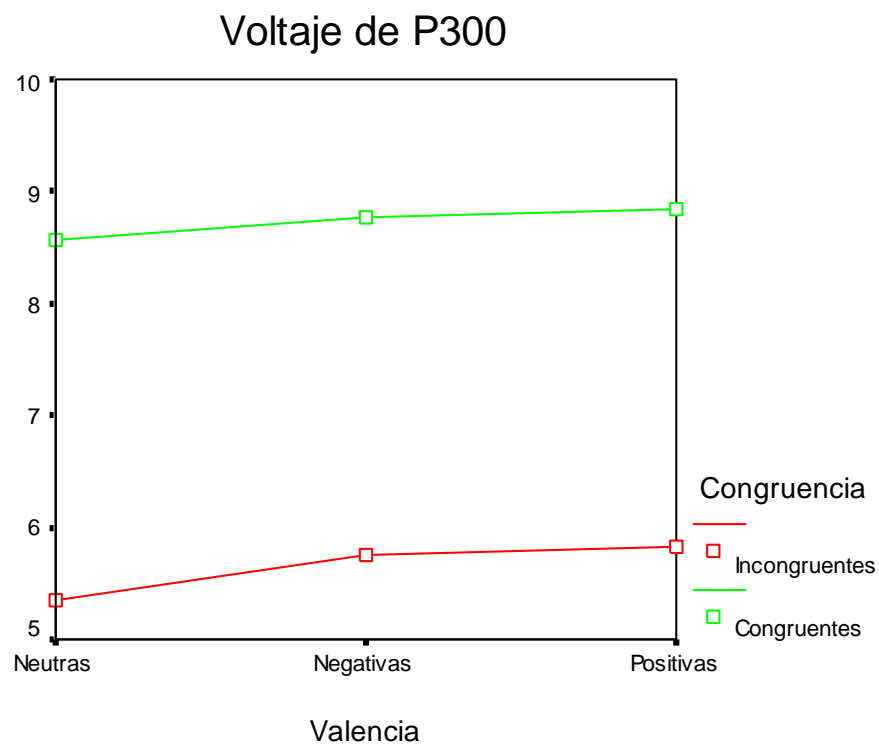
Gráfica 9.4

No se encontraron diferencias significativas en la latencia debidas a la Valencia ($F_{(2,38)} = .65$, $p > .53$, $\eta^2 = .03$), la Congruencia ($F_{(1, 19)} = .29$, $p > .59$, $\eta^2 = .02$) o el Sitio ($F_{(12,228)} = 1.89$, $p < .001$, $\eta^2 = .09$) para el componente N170. La latencia promedio para este

componente fue de 164 ms. De igual manera, no se encontraron interacciones significativas entre los factores.

P300 (200-400 ms)

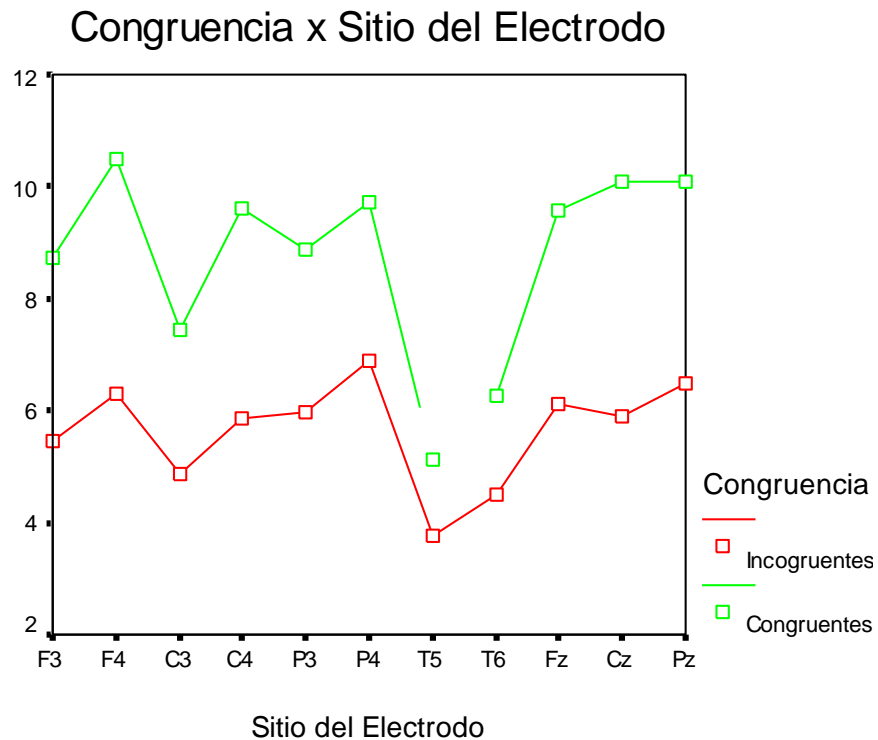
Para el componente P300 se encontraron diferencias significativas del voltaje (gráfica 9.5) evocadas por el factor Congruencia ($F_{(1, 19)} = 62.65$, $p < .001$, $\eta^2 = .77$), en las cuales las palabras congruentes ($M=8.73$, Error típico= .59) evocaron un mayor voltaje que las incongruentes ($M=5.64$, Error típico= .39).



Gráfica 9.5

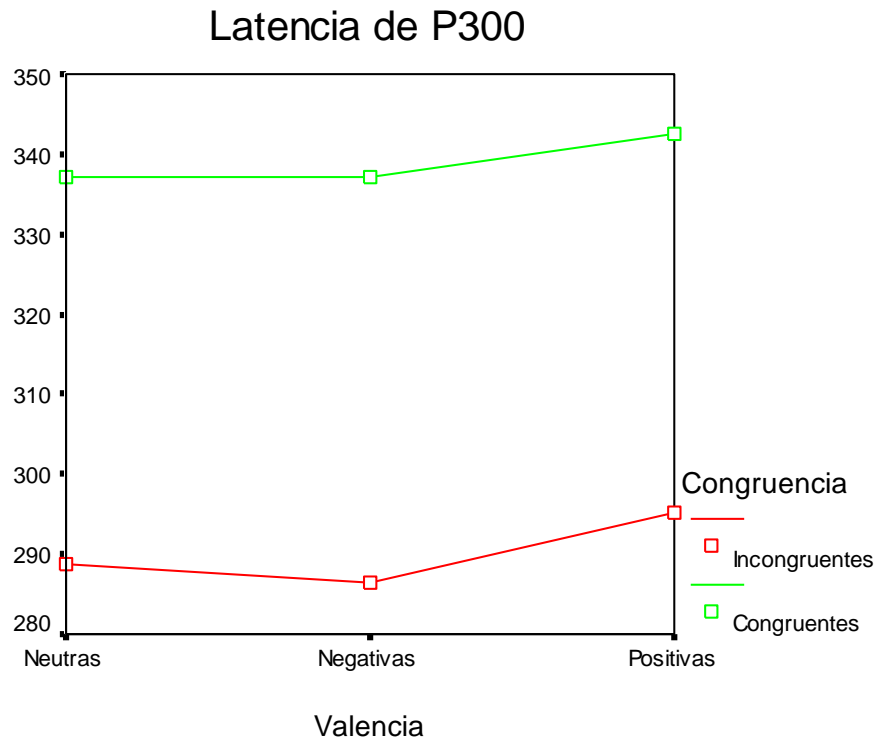
También se encontró una diferencia significativa en el Sitio ($F_{(10,190)} = 23.85$, $p < .001$, $\eta^2 = .56$), observándose menores voltajes en la región temporal (gráfica 9.6). Por el otro lado, no se encontró en el análisis estadístico una diferencia significativa en el factor Valencia ($F_{(2,38)} = 1.76$, $p > .18$, $\eta^2 = .08$). Este último reveló una interacción significativa solamente en la Congruencia X Sitio ($F_{(10,190)} = 13.8$, $p < .001$, $\eta^2 = .42$), (gráfica 9.6).

Se encontró un voltaje mayor ($F_{(1, 19)} = 33.02$, $p < .001$, $\eta^2 = .63$) en el hemisferio cerebral derecho ($M=7.45$, Error típico=.49) respecto del izquierdo ($M=6.28$, Error típico=.38). Así mismo, se observó una interacción significativa entre la Congruencia ($F_{(1, 19)} = 7.77$, $p < .02$, $\eta^2 = .29$) y el Hemisferio y entre la Congruencia, el Hemisferio y el Sitio ($F_{(3,57)} = 8.07$, $p < .001$, $\eta^2 = .3$). Aunque para estas dos interacciones el análisis *post hoc* de Bonferroni no mostro diferencias significativas entre los diferentes pares.



Gráfica 9.6

Se observa en la gráfica 9.7 que en lo que respecta a la latencia del componente P300 se encontró una diferencia significativa para la Congruencia ($F_{(1, 19)} = 93.25$, $p < .001$, $\eta^2 = .83$), en la cual las palabras congruentes ($M=338.68$ ms, Error típico= 5.37) presentaron una latencia mayor que las incongruentes ($M=290.11$ ms, Error típico= 6.38). En cambio, no se encontraron diferencias significativas en la Valencia ($F_{(2,38)} = 1.08$, $p > .34$, $\eta^2 = .05$) ni en el Sitio ($F_{(10,190)} = 2.13$, $p > .08$, $\eta^2 = .1$). En lo que respecta a las interacciones entre los factores no fueron significativas.

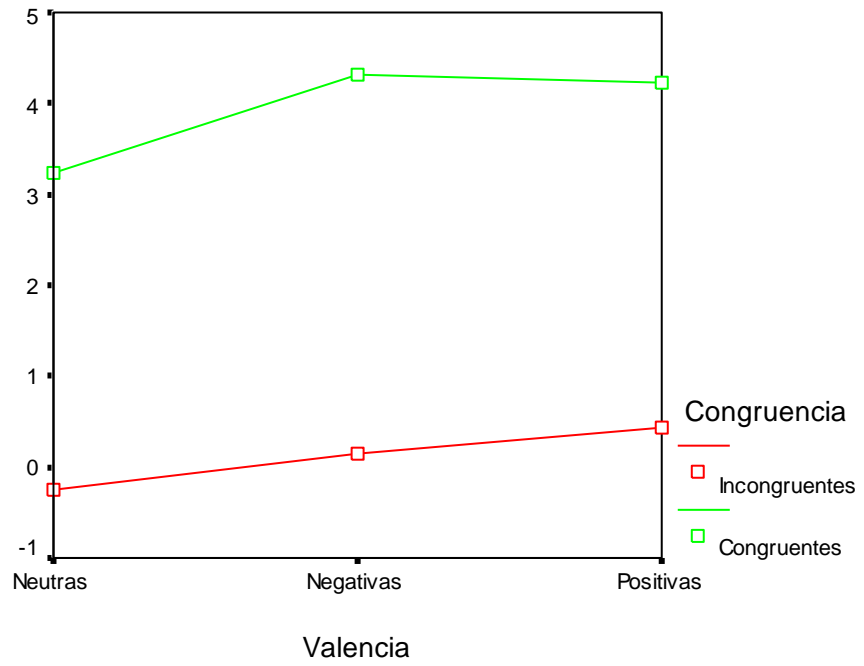


Gráfica 9.7

N400 (300-500 ms)

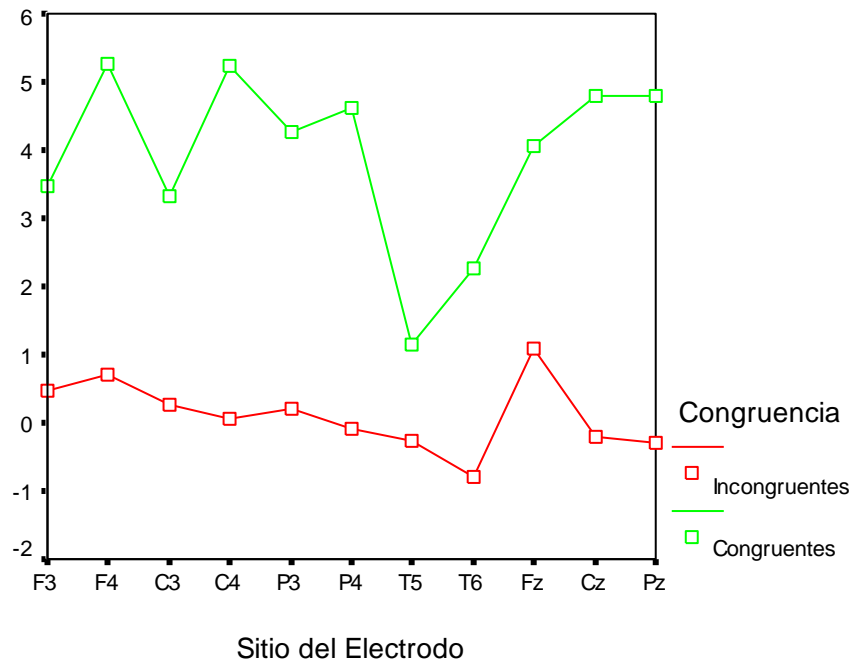
Aunque no se presentaron N400 absolutas el análisis estadístico reveló diferencias significativas en el voltaje evocadas por la Valencia ($F_{(2,38)} = 7.98$, $p < .001$, $\eta^2 = .30$), la Congruencia ($F_{(1, 19)} = 165.21$, $p < .001$, $\eta^2 = .90$) y el Sitio ($F_{(10,190)} = 9.96$, $p < .001$, $\eta^2 = .34$). En lo que respecta al factor Valencia las palabras neutras ($M = 1.49$ v, Error típico = .46) presentaron un voltaje menor que las negativas ($M = 2.23$, Error típico = .43) y que las positivas ($M = 2.33$, Error típico = .49). Por otra parte, en relación al factor Congruencia las palabras incongruentes ($M = .1$, Error típico = .48) presentaron menor voltaje que las congruentes ($M = 3.93$, Error típico = .45), como se observa en la gráfica 9.8.

Voltaje de N400



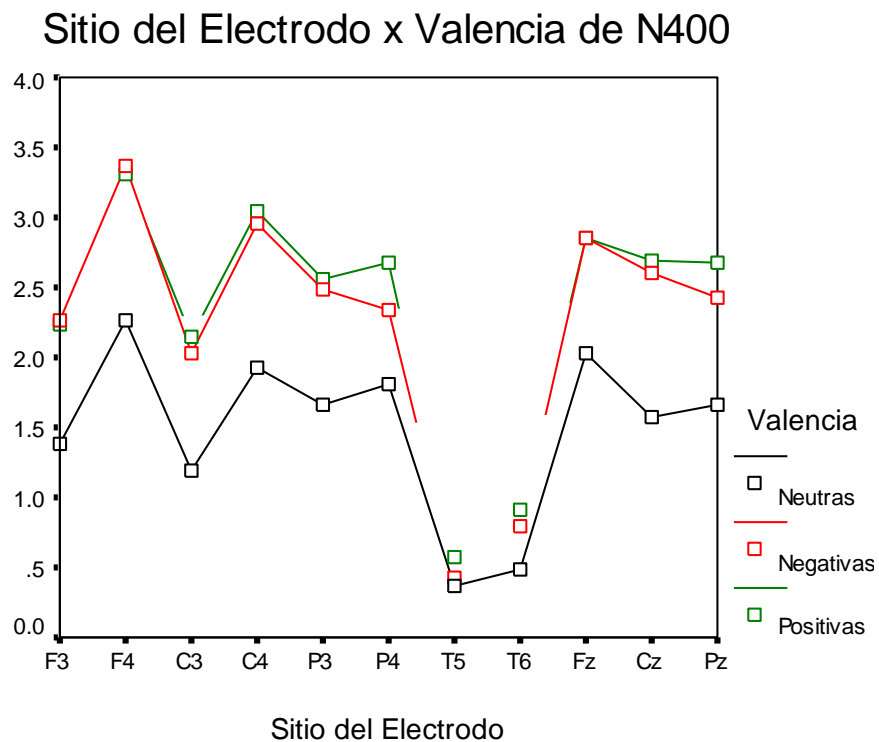
Gráfica 9.8

Sitio del Electrodo x Congruencia de N400



Gráfica 9.9

Como se observa en la gráfica 9.9 el análisis estadístico indico una interacción significativa entre los factores Congruencia y Sitio ($F_{(10,190)}= 21.49$, $p < .001$, $\eta^2= .53$), (gráfica 9.9) y entre Valencia y Sitio ($F_{(20,380)}= 2.24$, $p < .05$, $\eta^2= .11$, (gráfica 9.10).

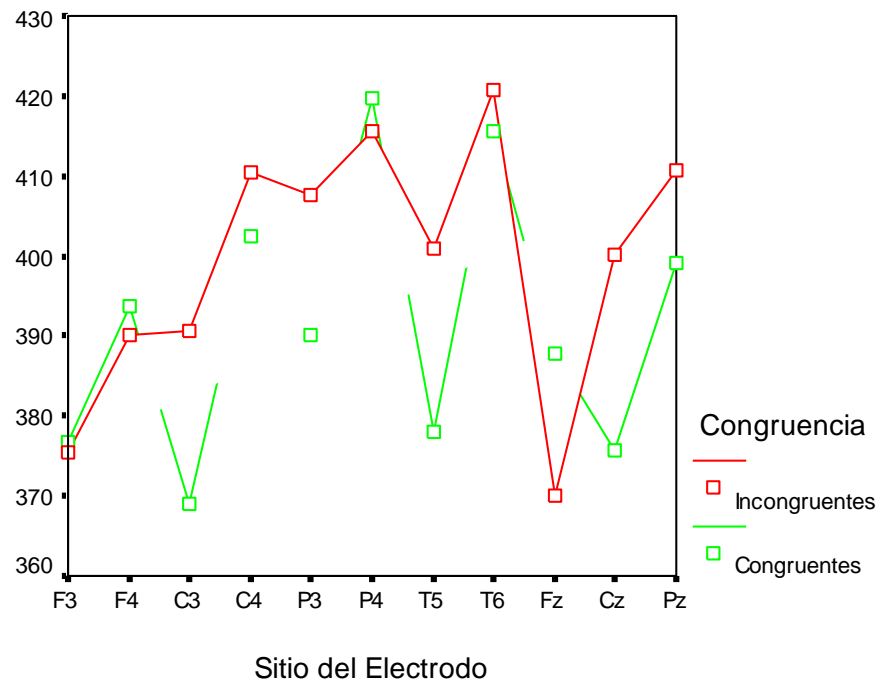


Gráfica 9.10

El análisis estadístico del voltaje del componente N400 reveló que el hemisferio cerebral izquierdo ($M=1.61$, Error típico .43) presento menor voltaje ($F_{(1,19)}= 4.89$, $p < .04$, $\eta^2= .2$) que el derecho ($M=2.16$, Error típico .44). También se encontró una interacción significativa entre la Congruencia y el Hemisferio ($F_{(1,19)}= 31.19$, $p < .001$, $\eta^2= .62$), entre el Hemisferio y el Sitio ($F_{(3,57)}= 4.77$, $p < .01$, $\eta^2= .2$) y entre la Congruencia, el Hemisferio y el Sitio ($F_{(3,57)}= 5.57$, $p < .01$, $\eta^2= .23$). Las pruebas *post hoc* de Bonferroni no revelaron diferencias significativas en la comparación de los diferentes pares.

No se encontraron diferencias significativas de la latencia evocadas por la Valencia ($F_{(2,38)} = .52$, $p > .60$, $\eta^2 = .03$) o la Congruencia ($F_{(1, 19)} = .77$, $p > .39$, $\eta^2 = .04$). En sentido opuesto se encontraron diferencias significativas en el factor Sitio $F_{(10,190)} = 6.35$, $p < .001$, $\eta^2 = .25$). Sólo se encontró una interacción significativa en la latencia entre los factores Congruencia y Sitio ($F_{(10,190)} = 2.60$, $p < .05$, $\eta^2 = .12$), (figura 9.11).

Sitio del Electrodo x Congruencia de N400

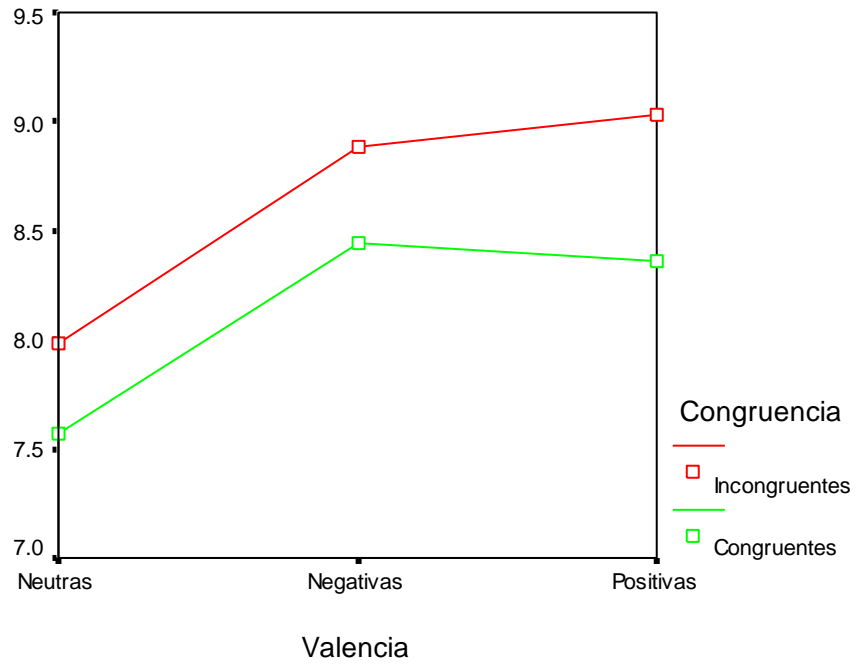


Gráfica 9.11

LPC (400-800 ms)

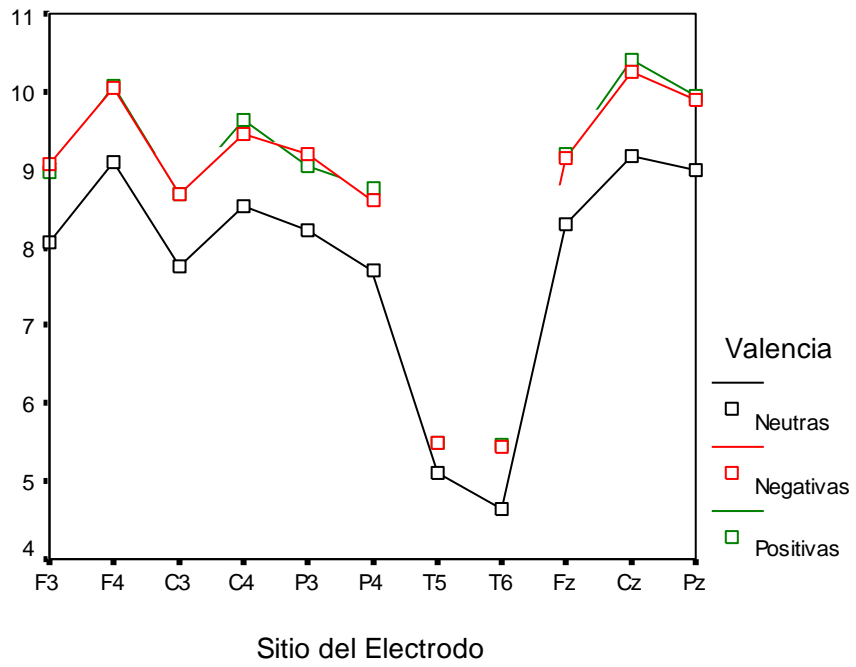
Se encontraron diferencias significativas en el voltaje evocadas por el factor Valencia ($F_{(2,38)} = 8.09$, $p < .05$, $\eta^2 = .30$) y Sitio ($F_{(10,190)} = 41.57$, $p < .001$, $\eta^2 = .69$) del componente LPC como se observa en la gráfica 9.12. En el factor Valencia las palabras neutrales ($M=7.78$, Error típico= .52) tienen un menor voltaje que las negativas ($M=8.67$, Error típico= .47) y las positivas ($M=8.7$, Error típico= .50); en el factor Sitio se encontraron los mayores voltajes en la región centroparietal (gráfica 9.13). Por otro lado, el factor Congruencia ($F_{(1, 19)} = 1.25$, $p > .27$, $\eta^2 = .06$) no presento diferencias significativas. Así mismo, las posibles interacciones entre los factores no fueron significativas.

Valencia x Congruencia de LPC



Gráfica 9.12

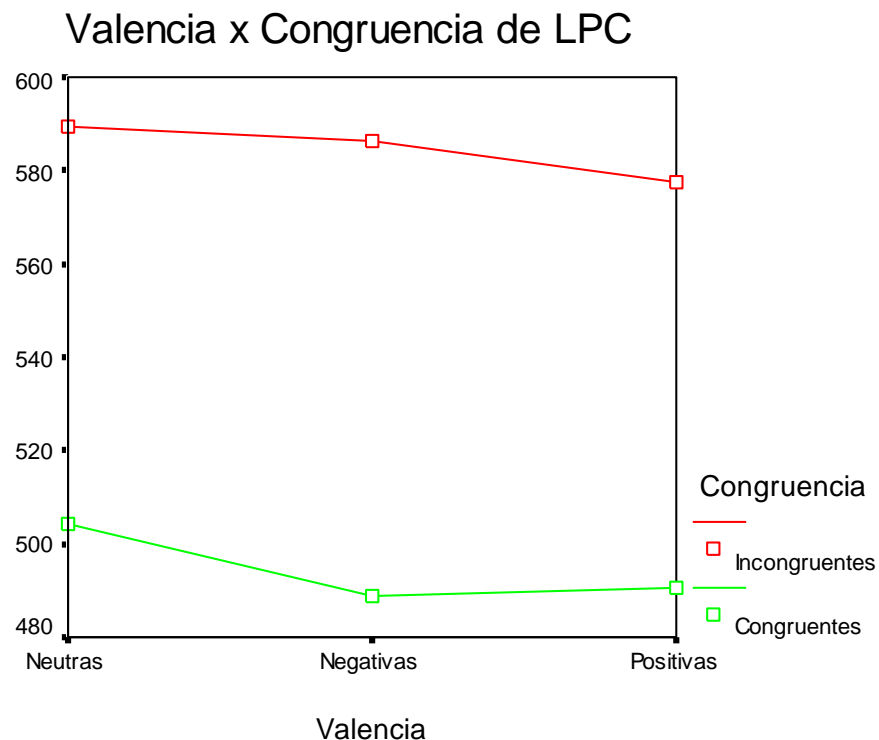
Sitio del Electrodo x Valencia de LPC



Gráfica 9.13

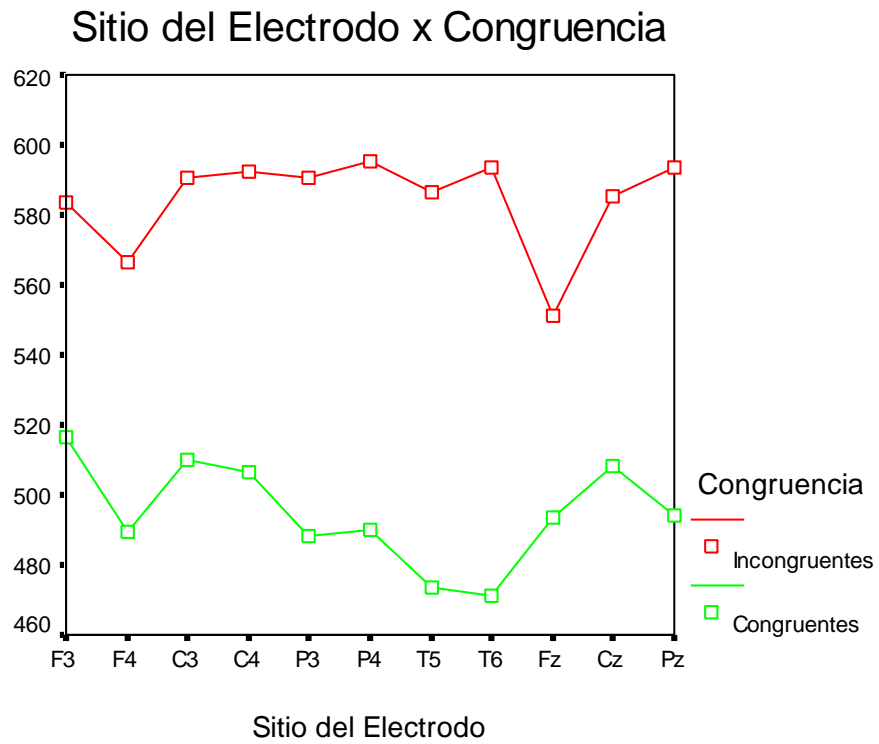
No se encontraron diferencias significativas del voltaje en LPC entre el hemisferio izquierdo y el derecho ($F_{(1, 19)} = 2.49$, $p > .1$, $\eta^2 = .1$). Aunque se encontraron interacciones significativas entre la Congruencia y el Hemisferio ($F_{(1, 19)} = 7.39$, $p < .02$, $\eta^2 = .28$) y entre el Hemisferio y el Sitio ($F_{(3, 57)} = 7.79$, $p < .01$, $\eta^2 = .29$). Las pruebas *post hoc* de comparación de pares de Bonferroni no revelaron diferencias significativas.

El análisis estadístico reveló diferencias significativas en la latencia del LPC en el factor Congruencia ($F_{(1, 19)} = 77.07$, $p < .001$, $\eta^2 = .8$), encontrándose que las palabras congruentes ($M = 494.59$, Error típico = 10.42) presentan menor latencia que las incongruentes ($M = 584.45$, Error típico = 7.75). No se observaron diferencias significativas en la Valencia ni en el Sitio (gráfica 9.14).



Gráfica 9.14

Por otra parte, como se ve en la gráfica 9.15, se presento sólo una interacción significativa entre la Congruencia y el Sitio ($F_{(10,190)}= 3.20, p < .05, \eta^2= .14$).



Gráfica 9.15

DISCUSIÓN

En la siguiente discusión se dará una interpretación tentativa de los resultados conductuales y de los diferentes componentes de los PREs obtenidos en este trabajo.

En el presente estudio se investigó el impacto de la connotación emocional de las palabras sobre las respuestas conductuales y electroencefalográficas (PREs) mediante una tarea de juicio semántico que requirió a cada sujeto indicar si la palabra que seguía a una definición era congruente o no con la definición. Aparentemente no se ha reportado en la literatura la utilización de este paradigma. El único referente a esta tarea es el trabajo de Castro Salas (2008) con palabras concretas y abstractas, por lo que los resultados obtenidos en este trabajo son en cierta medida exploratorios. Una de las virtudes de esta tarea es que demanda a los sujetos tanto procesos cognitivos como emocionales. Todo proceso supone un desarrollo concatenado de acontecimientos en el tiempo y en el espacio, por lo que se acepta que los componentes de los PREs son el resultado de una serie de procesos cerebrales muy complejos y apenas vislumbrados entre la tarea, el estímulo y el sujeto.

Aunque los modelos multidimensionales del afecto están empíricamente bien establecidos (Bradley & Lang, 2000b) y el uso de las escalas numéricas permiten la medición rápida de una gran cantidad de números, permanece el problema de ilegitimidad asociado con el uso de las escalas Likert, al tratar las escalas ordinales (por ejemplo el SAM -Self-Assessment Manikin, por sus siglas en inglés) como de intervalo (Jamieson, 2004). Por lo que, la relación entre las categorizaciones conductuales y el impacto psicológico de los estímulos emocionales probablemente es no lineal (Kissler, et al., 2006)

Los resultados conductuales de una manera muy general responden a la pregunta ¿qué? Así pues, los datos obtenidos en nuestro trabajo revelaron que los sujetos relacionaron correctamente las definiciones con las palabras en un alto porcentaje. Este hecho no es de extrañar, ya que nuestros sujetos tenían estudios mínimos de licenciatura.

Ahora bien, ¿el porcentaje de respuestas correctas fue afectado por la Congruencia o la Valencia de las palabras? Nuestros datos revelaron que el porcentaje de respuestas incorrectas (RI) no fue afectado por la Congruencia de las palabras, ya que el análisis estadístico no reveló una diferencia significativa entre las palabras incongruentes y las congruentes. Este hecho mostró que no existe mayor precisión en la selección de palabras congruentes sobre las incongruentes, al menos cuando se utiliza este paradigma.

En cambio, se observó que el porcentaje de RI es afectado por la connotación emocional de las palabras, ya que las palabras congruentes neutras y positivas presentaron mayor número de RI que las congruentes negativas. Este hecho es consistente con la teoría bio-informacional o de la atención motivada (Lang, 1979, 1995; Lang, et al., 1993), en la que se propone que los estímulos emocionales son procesados por el cerebro preferencialmente. Aunque para esta teoría ninguno de los dos sistemas es dominante, la asimetría indicaría una activación más vigorosa del sistema de defensa (al presentarse menor número de respuestas incorrectas ante las palabras negativas) que del sistema apetitivo en nuestros sujetos. El sistema de defensa es más enérgico con altos niveles de alerta emocional, efecto conocido como '*negativity bias*'. En suma, nuestros datos revelaron que la connotación emocional de las palabras impactó la precisión de la respuesta conductual de los sujetos y que esta modulación fue más conspicua para las palabras negativas.

Todas las inferencias cognitivas y emotivas obtenidas del tiempo de reacción (TR) parten de los procesos cerebrales que permiten la interpretación funcional de este dato. El TR se define como el intervalo que transcurre entre la presentación de un estímulo y la iniciación de una respuesta voluntaria. Se considera como una indicación de la cantidad de procesamiento nervioso que tiene lugar entre un estímulo y la respuesta. En el procesamiento de la información, se interponen tres etapas entre la presentación del estímulo y la respuesta motora: identificación del estímulo, elección de la respuesta y programación de la respuesta seleccionada. Actualmente en las Neurociencias se acepta que el procesamiento cerebral cognitivo y emotivo tiene lugar antes de la respuesta conductual, por lo que la respuesta conductual indica que el procesamiento cerebral ha

sido completado (Ghez & Krakauer, 2000). Se sabe que el TR disminuye con el aprendizaje y aumenta con la selección. Para las tareas complejas, los TR oscilan entre medio y un segundo (Ghez & Krakauer, 2000). El TR promedio para respuestas correctas de los sujetos de nuestro estudio fue de 638 ms. Los investigadores han encontrado que el tiempo de la preparación motora y el de la respuesta motora es igual en todos los tipos de TR, por lo que las diferencias del TR son debidas al procesamiento cerebral de la selección de la respuesta (Kosinski, 2009).

¿El tiempo de reacción fue afectado por la Congruencia o la Valencia de las palabras? El análisis de nuestros datos reveló que el TR fue modulado sólo por la Congruencia de las palabras, ya que no se presentaron diferencias significativas en el mismo evocadas por la connotación emocional de las palabras. EL TR ante las palabras incongruentes fue mayor que ante las congruentes. Este hecho podría explicarse según el modelo de la Ruta Dual de la siguiente manera: ya que las palabras congruentes tuvieron TR menores es probable que la identificación de la palabra con la definición tendría lugar en los circuitos neuronales de la vía directa, ésta es más rápida y automática (Coltheart, et al., 1993; Paap & Noel, 1991). En cambio, cuando la palabra es incongruente con la definición se daría una búsqueda infructuosa para una identificación de ambas en la memoria semántica y por consiguiente las respuestas serían más lentas al no ser automáticas. Dicho resultado está en línea con los datos obtenidos en el trabajo de Castro Salas (2008), empleando palabras concretas y abstractas. O en palabras más sencillas: los menores TRs ante las palabras congruentes indicarían una facilitación en su procesamiento. En suma, nuestros datos indican que la congruencia de la palabra con la definición previa originaron los TR más cortos, reflejando una facilitación en su procesamiento cerebral.

Los resultados de los datos de las respuestas conductuales de este trabajo indicaron que no existe una relación entre el porcentaje de respuestas correctas y el del tiempo de reacción. Aunque el TR es una medida final y por su naturaleza es incapaz de rastrear el procesamiento cerebral momento por momento; sin embargo, es un dato insustituible que refleja la totalidad del procesamiento cerebral que se realiza entre la presentación del

estímulo y la generación de una respuesta conductual en el contexto de una tarea específica.

El presente estudio con PREs cronometró el procesamiento cerebral de las palabras con connotaciones emocionales mediante una tarea de juicio semántico. Los PREs reflejan solamente un subconjunto de los procesos que contribuyen al TR, y por esta razón, sus datos son considerados como valores dependientes imprescindibles (Fabiani, et al., 2007).

Una serie de trabajos con una amplia gama de tareas han demostrado que la connotación emocional de las palabras escritas modulan los diferentes componentes de los PREs (Bernat, Bunce, & Shevrin, 2001; Carretié, et al., 2008; Chapman, et al., 1978; Chapman, et al., 1980; De Pascalis, et al., 2009; Fischler & Bradley, 2006; Herbert, et al., 2008; Herbert, et al., 2006; Holt, Lynn, & Kuperberg, 2009; Holt, Spencer, & Kuperberg, 2009; Kanske & Kotz, 2007; Kissler, et al., 2007; Kissler, et al., 2009; Ortigue, et al., 2004; Shapkin, et al., 2000; Skrandies & Chiu, 2003).

Típicamente a nuestros sujetos les tomo un poco más de medio segundo indicar si la palabra era congruente o no con la definición y como resultado de las condiciones experimentales emergieron en los PREs dos componentes tempranos (<300 ms): P100, N170, y tres tardíos (>300 ms): P300, N400 y LPC. Como es bien sabido los componentes tempranos se consideran exógenos y los tardíos endógenos. (Fabiani, et al., 2007).

Como era de esperarse, nuestros resultados revelaron que la amplitud y la latencia de P100 no fueron moduladas ni por la Valencia ni por la Congruencia. Tampoco encontramos diferencias significativas del voltaje entre los dos hemisferios. Se piensa que en la región extraestriada (abarcando el giro occipital inferior y el giro lingual) del lóbulo occipital se procesan las características físicas de los estímulos como el tamaño, la forma, el color, el tipo de fuente, el volumen, etc. (Dien, 2009; Holcomb & Grainger, 2006). Hasta el momento se desconoce si P100 es procesado en el hemisferio izquierdo, el derecho o en ambos, ya que existen reportes que apoyan cada una de esas opciones (Dien, 2009). Nuestros datos apuntalan la posibilidad de que este componente se procese en ambos hemisferios.

De igual manera, el voltaje y la latencia del componente N170 en el presente estudio no presentaron diferencias significativas evocadas por la Valencia o la Congruencia. Tampoco se observó mayor voltaje en alguno de los dos hemisferios, aunque se encontraron los voltajes más negativos en la región occipitotemporal, lo cual es consistente con lo que señala la literatura. Se cree que este componente tiene su origen en la parte central del giro fusiforme y que refleja el análisis ortográfico de la palabra, además de colaborar para formar el conjunto completo de la N100. La literatura señala que este componente podría reflejarse en el hemisferio izquierdo, sin embargo nuestros resultados no apoyan esta afirmación, ya que las características de N170 fueron similares en ambos hemisferios cerebrales. En suma, nuestros datos de P100 y N170 probablemente reflejen una serie de procesos sensoriales relacionados con la estructura y ensamblado de las palabras (Bentin, et al., 1999; Dien, 2009).

La siguiente onda que se observó en la inspección visual de los grandes promedios de los PREs en nuestro trabajo fue P300. Este componente se observa cuando la tarea requiere una categorización (Kutas, et al., 1977) o una discriminación (Polich, 2007), como es el caso de la tarea utilizada en este trabajo. ¿Este componente fue modulado por la Congruencia o la Valencia de las palabras? La presente investigación no demostró que la connotación emocional de las palabras impactara P300, ya que el análisis de los datos no reveló diferencias significativas en la amplitud o en la latencia evocadas por la Valencia. Sin embargo, reveló que este componente es modulado por procesos cognitivos, ya que las palabras congruentes evocaron mayores voltajes y latencias que las incongruentes. Si la amplitud de P300 es proporcional a la cantidad de recursos atencionales y de la memoria destinados al procesamiento del estímulo (Fabiani, et al., 2007; Polich, 2007), entonces la cantidad de procesamiento cerebral fue mayor para las palabras congruentes que para las incongruentes. Y si a medida que la discriminación del estímulo es más compleja aumenta la latencia de P300 entonces la categorización fue más compleja para las palabras congruentes que para las incongruentes (Kutas, et al., 1977). Nuestros datos también revelaron una lateralización derecha para este componente, ya que fue mayor el

voltaje en dicho hemisferio, este hecho es consistente con los reportes de la literatura (Polich, 2007).

¿P300 en nuestros datos refleja el efecto *oddball*? Ya que este efecto predice mayor amplitud con los estímulos más infrecuentes (Polich, 2007) entonces la amplitud debería ser mayor con las palabras neutras (tanto congruentes como incongruentes) al representar un tercio del total de las palabras. Nuestros datos no avalan dicha predicción, por lo tanto no reflejan el efecto *oddball*. ¿Pero porqué las palabras congruentes evocaron mayor voltaje y tuvieron mayor latencia que las incongruentes? Por el momento la explicación para este hecho es especulativa. Polich (2007) propone que P300 podría reflejar un mecanismo de inhibición de la actividad neuronal que facilitaría la transmisión de la información del estímulo y de la tarea de la región frontal (P3a) a la temporoparietal (P3b). Esta inhibición minimizaría el procesamiento de información ajena lo cual facilitaría la transmisión de la información desde las áreas frontales a las temporoparietales donde tienen lugar las diferentes operaciones relacionadas con la memoria. Con base en lo anterior, las palabras incongruentes generarían una inhibición parcial, por lo que la cantidad de recursos atencionales y de la memoria serían menores y por lo tanto el componente P300 evocado tendría menor voltaje. Otra explicación más sencilla para lo anterior sería que el mayor voltaje evocado por las palabras congruentes reflejaría una facilitación del procesamiento cerebral de las mismas.

Hasta aquí, el presente estudio no reveló diferencias significativas evocadas por la valencia de las palabras sobre los componentes tempranos (<300 ms) de los PREs y por consiguiente ningún efecto de esta valencia en las etapas inconscientes (Kotchoubey, 2005) del procesamiento cerebral de las palabras. Aunque algunos estudios han encontrado modulaciones de los componentes tempranos evocados por la connotación emocional de las palabras (Chapman, et al., 1980; Kissler, et al., 2007; Ortigue, et al., 2004; Shapkin, et al., 2000), es tema de debate si esta connotación puede afectar las etapas preconcientes del procesamiento de las palabras.

Nuestros estímulos evocaron una deflexión monofásica en la ventana comprendida entre los 300 y 500 ms, sobre las regiones centroparietales, con una lateralización derecha

del voltaje. La latencia, la topografía y la morfología de la onda se corresponden con N400. Aquí conviene resaltar que la N400 obtenida en el presente estudio no fue negativa en términos absolutos, sin embargo los investigadores aceptan que N400 puede ser una negatividad relativa, cuyo mínimo voltaje se alcanza alrededor de los 400 ms postestímulo. No es raro que este mínimo voltaje sea un voltaje positivo, como en nuestros datos. Una “gran” N400 significa que el voltaje de su pico es negativo y una N400 “pequeña” tiene su pico positivo, arriba de la línea de base. Las N400 de amplitudes pequeñas (las que son más positivas) reflejan una facilitación del procesamiento cerebral (Kutas & Federmeier, 2009, 2011).

¿Este componente fue impactado por la Congruencia o la Valencia evocadas por las palabras? El análisis de nuestros datos demostró que este componente fue modulado tanto por la Congruencia como la Valencia. En lo que respecta a la Congruencia las palabras congruentes evocaron mayor voltaje (más positivo) que las incongruentes (menos positivo). ¿Cómo explicar este hecho? Se acepta que el mayor voltaje de este componente indica mayor cantidad de recursos cerebrales implicados en el procesamiento de los estímulos y por consiguiente, reflejaría una facilitación del procesamiento cerebral. También se acepta que la N400 es un índice que refleja la integración semántica (Kutas & Federmeier, 2009, 2011). Con base en lo anterior se desprende que existiría una facilitación y una mayor integración semántica en el procesamiento cerebral ante las palabras congruentes, y que esta facilitación e integración semántica entre la definición y la palabra (en el caso de existir) sería mucho menor ante las palabras incongruentes. En cambio, a un nivel fisiológico, las amplitudes mayores (menos positivas) de N400 ante las palabras incongruentes podrían reflejar pequeños potenciales pos sinápticos de la población neuronal activada, activación de pocas neuronas en dicha población o menor sincronización entre las neuronas (Kutas & Federmeier, 2000, 2011).

Entre los 300-400 ms postestímulo los PREs podrían reflejar un procesamiento cerebral consciente (Kotchoubey, 2005), que se modifica con la expectación semántica

(Kutas & Federmeier, 2000; Kutas & Hillyard, 1980), la relevancia de la tarea (Fischler & Bradley, 2006), y con el grado de participación mental (Dien, et al., 2004).

El análisis del componente N400 obtenido en el presente estudio fue en cierta medida exploratorio, porque muy pocos estudios han investigado el impacto del contenido emocional de las palabras sobre este componente. Nuestros datos revelaron que la amplitud de N400 fue modulada por la connotación emocional de las palabras, ya que las palabras emocionales (negativas y positivas) evocaron una N400 pequeña (más positiva), en cambio la N400 ante las neutras fue más amplia (menos positiva). Los investigadores que han trabajado con palabras emocionales y N400 han reportado que cuando esta onda es pequeña (más positiva) refleja una mayor facilitación en el procesamiento e integración semántica entre el contexto y el estímulo (De Pascalis, et al., 2009; Fischler & Bradley, 2006; Holt, Spencer, et al., 2009; Kanske & Kotz, 2007; Kissler, et al., 2006); este proceso se conoce como análisis basado en la memoria semántica (Kutas & Federmeier, 2000). En cambio, las N400 grandes reflejan las violaciones de las expectativas semánticas y las dificultades en la integración semántica. Durante la comprensión de una definición, la representación final del significado que es generada depende de múltiples procesos que tienen lugar en el cerebro.

Con base en lo anterior, la menor amplitud de N400 ante las palabras emocionales en relación con las neutras encontrada en nuestro estudio reflejaría una mayor facilitación en el procesamiento e integración semántica entre las palabras emocionales (positivas y negativas) y la definición. La facilitación en la integración semántica observada en N400 podría estar determinada por el mayor grado en que la definición previa posibilita el camino hacia el significado de la palabra y por la accesibilidad del significado de la palabra dentro de la memoria semántica. Esto indicaría que el procesamiento de las palabras emocionales fue prioritario respecto de las neutras. Cuando la tarea requiera un procesamiento semántico, las palabras emocionales son procesadas preferencialmente respecto de las neutras.

Nuestro trabajo no reveló una asimetría en el procesamiento cerebral entre las palabras negativas y positivas en N400, es decir ambos sistemas motivacionales

probablemente fueron activados con la misma intensidad. Por otro lado, se acepta que las palabras son menos alertantes que las fotografías y que en la ausencia de fuertes asociaciones displacenteras por parte de los sujetos con las palabras se activa el proceso “positivity offset” tanto para las palabras negativas como para las positivas. Esto explicaría la falta de asimetría en el procesamiento de las palabras negativas y positivas encontradas en la presente investigación. Es motivo de debate si el grado de alerta de las palabras modifique el impacto de las palabras emocionales (Cacciopo, 2004; Fischler & Bradley, 2006; Holt, Spencer, et al., 2009; Ito & Cacciopo, 2005; Kissler, et al., 2006). Nuestros datos están en línea con los resultados de otros investigadores (Fischler & Bradley, 2006).

La modulación de N400 por el contenido emocional de las palabras no deja de llamar la atención en virtud de que este componente es considerado por la mayoría de los investigadores como un indicador electrofisiológico del procesamiento semántico. Nuestro trabajo indica que N400 no sólo es un indicador del procesamiento semántico *per se*, sino que refleja la integración semántica y emocional entre el contexto (la definición) y el estímulo (la palabra).

Hasta aquí nuestros datos revelaron que la Congruencia y la Valencia impactaron a N400. Pero ¿cómo interactúan los circuitos emocionales con los cognitivos al procesarse las palabras con connotaciones emotivas? Lang (1979) postula que las palabras están almacenadas dentro de canales semánticos, los cuales contienen interconexiones entre los aspectos emocionales, pragmáticos y gramaticales de las palabras. Toda la información relacionada a una palabra es almacenada en canales dinámicos. Lang (1993) asume que para los conceptos emocionales no sólo se activan los canales los semánticos, sino que se coactivan aquellos canales relacionados con la información fisiológica y de la respuesta motora.

El presente estudio no mostró diferencias significativas en N400 entre la latencia de las palabras congruentes e incongruentes, tampoco entre las emocionales y las neutras; este hecho es consistente con los reportes de la literatura (Kutas & Federmeier, 2009).

El significado de cada palabra probablemente sea integrado inicialmente con su contexto previo y con el conocimiento almacenado en la memoria semántica, posteriormente, procesos cerebrales adicionales son realizados a fin de evaluar con mayor precisión el significado construido. Fischler y Bradley reportaron en una serie de estudios que las connotación de las palabras emocionales (tanto positiva como negativa) impacta los componentes tardíos de los PREs, sólo si está presente un proceso de análisis semántico (2006).

Los estudios con PREs ante imágenes emocionales (Bradley, et al., 2007; Cuthbert, et al., 2000; Pastor, et al., 2008; Schupp, et al., 2000) han revelado consistentemente LPC de mayor amplitud ante las imágenes emocionales que ante las neutras. De igual manera los estudios con palabras emocionales y PREs han demostrado LPC de mayor amplitud ante las palabras emocionales que ante las neutras (Carretié, et al., 2008; Fischler & Bradley, 2006; Herbert, et al., 2008; Kanske & Kotz, 2007; Kissler, et al., 2009; Shapkin, et al., 2000).

Nuestros datos también revelaron mayor amplitud del LPC en la región centro parietal ante las palabras emocionales (tanto negativas como positivas) que ante las neutras y no revelaron una asimetría entre las negativas y las positivas. Aunque no se encontraron diferencias significativas en el voltaje reflejadas por la congruencia o incongruencia de las palabras. Tampoco nuestros datos revelaron lateralización hemisférica para este componente. En cambio, se encontró que las palabras congruentes evocaron menor latencia del componente LPC que las incongruentes. ¿Cómo interpretar estos hechos? De manera inmediata quedan descartadas las explicaciones de re-análisis morfosintáctico (Friederici, 1995) ya que nuestra tarea no implicaba violaciones sintácticas. Por otra parte, se considera LPC como parte de la familia de P300 (Dien, et al., 2004; Polich, 2007). La probabilidad de aparición de los tres tipos de estímulos (positivos, neutros y negativos) en nuestro estudio fue la misma. De acuerdo a la hipótesis del “oddball” los estímulos menos probables deberían producir una mayor amplitud en LPC. En nuestro estudio las palabras emocionales tuvieron el doble de probabilidad que las neutras. De acuerdo a la hipótesis del “oddball” el LPC ante las palabras neutras debería tener la mayor amplitud, por ser las más raras. Por lo tanto, nuestros resultados no tienen relación con la probabilidad de

aparición del estímulo y sí apoyan la modulación de este componente por la valencia de las palabras.

Otros autores también han encontrado mayor amplitud de LPC ante las palabras negativas y positivas que ante las neutras (Carretié, et al., 2001; Fischler & Bradley, 2006), otros ante las positivas (Herbert, et al., 2008; Kissler, et al., 2009; Shapkin, et al., 2000) y algunos ante las negativas (Bayer, Sommer, & Schacht, 2010; Kanske & Kotz, 2007). La asimetría en el procesamiento de las palabras emocionales se ha explicado en términos del alertamiento de las palabras (*positivity offset* y *negativity bias*). Para Lang la dimensión valencia (1979) indica cuál de los dos sistemas motivacionales está activo. A diferencia de la valencia, la dimensión alertamiento es inespecífica e indica la intensidad con la cual es activado el sistema motivacional apetitivo o el de defensa. El mismo autor ha sugerido que los estímulos emocionales alertantes activan los circuitos motivacionales del cerebro. El modelo de la atención motivada predice que los efectos de la emoción se generan por una combinación de la valencia y la alerta. Nuestros datos mostraron que las palabras emocionales evocaron un prominente LCP que está disminuido ante las palabras neutras. Este aumento de la amplitud del LCP y de acuerdo con lo anterior se debería a que las palabras son emocionalmente más intensas que las neutras. Así que nuestros datos indicarían una activación de la misma intensidad de los dos sistemas motivacionales. Se ha sugerido que los estímulos emocionales, a causa de su significado motivacional, son procesados por el cerebro de manera ininterrumpida. Lang propone que el LPC es un índice de este procesamiento (Cuthbert, et al., 2000).

¿Cuál es el origen del LPC en nuestro estudio? Está claro que no fue determinado por el efecto oddball y que fue modulado por la valencia. ¿Entonces representa LPC una evaluación o re-evaluación del estímulo generada por la tarea? Al parecer este es la causa del LPC por las siguientes razones: En primer lugar, el estudio de Marco Castro Salas con la misma tarea pero con palabras concretas y abstractas evocó los mismos componentes, incluyendo LPC, en ese trabajo LPC fue modulado por la concreción. En segundo lugar LPC en nuestro estudio presento latencias más cortas ante las palabras congruentes que ante las incongruentes, lo que nos indica que el procesamiento de la evaluación de la

categorización de las palabras es un proceso ininterrumpido. En tercer lugar, LPC aparece cuando la respuesta motora se ha realizado sugiriendo que esta onda representa la evaluación de la respuesta. Nuestros datos no mostraron una interferencia entre la tarea y el contenido emocional de las palabras, ambos atributos tuvieron un impacto sobre LPC. Así pues, esta onda representaría una evaluación de la respuesta acorde con la experiencia emocional de los sujetos. ¿Por qué no representa una preparación motora? En primer lugar el componente relacionado con la preparación motora tiene una polaridad negativa (Kutas & Donchin, 1980), en segundo lugar este componente termina cuando se realiza la respuesta motora, por el contrario, el LPC termina después de la respuesta motora. ¿Este componente se puede considerar de una manera razonable como consciente? Los estudios con PREs en sujetos en coma, bajo anestesia general y en sueño REM señalan que este componente generalmente no es evocado en tales condiciones (Kotchoubey, 2005).

En suma, nuestros resultados indican que LPC es un componente consciente, modulado por la connotación emocional de las palabras y que reflejaría la evaluación de la respuesta requerida por la tarea.

Si la connotación emocional de las palabras impacta el procesamiento de los componentes tardíos de los PREs, la pregunta obligada sería ¿mediante cual mecanismo? En este mecanismo se ha implicado la actividad subcortical de la amígdala con el tálamo y la corteza cerebral. Se piensa que la función primordial de la amígdala sea la de alertar al organismo hacia estímulos conspicuos guiando al procesamiento sensorial, una vez que esos estímulos han sido identificados como emocionalmente significativos (Sander, et al., 2003). La suposición de que la amígdala juega un rol central en el procesamiento de las palabras emocionales ha sido sugerida por los estudios de neuroimagen, de pacientes lesionados y por los de registro intracraneal (Amaral, et al., 2003; Anderson & Phelps, 2001; Hamann & Mao, 2002; Herbert, et al., 2009; Liddell, et al., 2005; Naccache, et al., 2005; Phelps, et al., 2001). Para un análisis detallado de estos mecanismos ver los apartados de emociones y atención, y neuroanatomía de las palabras emocionales de este

trabajo. Como se menciona allí, la amígdala puede ser la responsable de la amplificación de los mecanismos corticales en respuesta a las palabras emocionales.

Sin embargo ¿si la actividad de la amígdala inicia a los 600 ms pos estímulo como explicar los efectos generados por la connotación emocional de las palabras sobre N400? Está claro que son necesarias nuevas investigaciones para responder esta pregunta. Por el momento se ha sugerido que la facilitación en el procesamiento cerebral ante las palabras emocionales refleja la activación de grandes partes de la corteza, esto indicaría la propagación de la activación en los canales neurales más densamente utilizados. Esto podría ser el resultado no sólo de la activación de la amígdala sino de los mecanismos de aprendizaje asociativo que tienen lugar a lo largo de la vida. Los efectos del aprendizaje emocional pueden ser vistos como una amplificación de los PREs si el correspondiente canal semántico es accedido. Los mecanismos subcorticales pueden ser importantes en la adquisición del significado emocional, reflejando el papel de la amígdala en el aprendizaje emocional incluso con estímulos altamente simbólicos (Phelps, et al., 2001; Sander, et al., 2003).

CONCLUSIONES

Nuestro trabajo demostró y replicó el impacto de la connotación emocional de las palabras tanto en las respuestas conductuales como en las electroencefalográficas (PREs) validando en lo general la teoría bio-informacional. La percepción humana esta sintonizada para detectar y discriminar preferencialmente los estímulos emocionales de los neutros, en esta línea encontramos que la facilitación en el procesamiento cerebral de los estímulos emocionales se extiende a los estímulos perceptualmente simples, altamente simbólicos y ontogénicamente aprendidos, como son las palabras.

En las respuestas conductuales encontramos que la precisión de las respuestas fue modulada por la valencia emocional, en cambio el tiempo de reacción fue impactado por la congruencia de las palabras. En lo que respecta a las respuestas electroencefalográficas y como resultado de nuestra tarea obtuvimos 5 componentes, que se enumeran de manera secuencial: a) P100 y N170, los cuales reflejaron el procesamiento sensorial de las palabras, b) P300, el cual fue el resultado de la categorización de las palabras. Este componente no fue impactado por la valencia de las palabras, c) N400, que fue modulado tanto por la connotación emocional como por la congruencia de las palabras. Este componente reflejó la integración semántica entre la definición y la palabra, y d) LPC, el cual reflejó la evaluación de la respuesta conductual emitida, este componente fue modulado por la valencia las palabras.

Los componentes tardíos (N400 y LPC) obtenidos en nuestro estudio están en línea con la teoría bio-informacional la cual postula que el procesamiento semántico está generalmente basado en evaluaciones emocionales y asume que tanto el significado semántico como el emocional son almacenados en circuitos neurales que comparten información acerca de las connotaciones semánticas, pragmáticas y emocionales de los estímulos. Nuestros resultados apoyan un procesamiento semántico y emocional simultáneo, corroborando que los circuitos neurales representan conceptos emocionales ligados dinámicamente tanto a la información semántica y como a la respuesta.

Se acepta que la amígdala y otras estructuras subcorticales son las responsables, al menos en parte, de la facilitación del procesamiento cerebral de las palabras con connotaciones emocionales. Sin embargo se sabe muy poco de la interacción de estas estructuras con la corteza cerebral, por lo que son necesarios futuros trabajos en este sentido.

El momento en que la connotación emocional de las palabras modula los diferentes componentes de los PRES, así como el papel de su alertamiento en esta modulación son objeto de un intenso debate. El procesamiento cerebral de las palabras probablemente es el producto de una interacción compleja (apenas vislumbrada) entre el sujeto, el contexto y el estímulo, así como de otros factores hasta el momento no contemplados. Las investigaciones futuras irán develando estas y otras interrogantes.

El estudio realizado proporciona pistas acerca de cómo y cuándo la connotación emocional de las palabras es procesada por el cerebro y muestra que ésta modula nuestra percepción, pensamientos y conducta.

REFERENCIAS

- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 165-178.
- Alcaraz Romero, V. M., & Gumá Díaz, E. (2002). *Texto de neurociencias cognitivas*. México, D.F.: Editorial el Manual Moderno.
- Amaral, D. G., Behniea, H., & Kelly, J. L. (2003). Topographic organization of projections from the amygdala to the visual cortex in the macaque monkey. *Neuroscience* 118, 1099-1120.
- Anderson, A. k., & Phelps, E. A. (2001). Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411, 305-309.
- Andreassi, J. L. (2000). *Psychophysiology, human behavior & physiological response* (4th ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Annett, M. (1970). A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*, 61(3), 303-321.
- Barbas, H. (2000). Connections underlying the synthesis of cognition, memory, and emotion in primate prefrontal cortices. *Brain Research Bulletin*, 52(5), 319-330.
- Barber, H. A., & Kutas, M. (2007). Interplay between computational models and cognitive electrophysiology in visual word recognition. *Brian Research Reviews*, 53, 98-123.
- Bayer, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2010). Reading emotional words within sentences: the impact of arousal and valence on event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 78, 229-307.
- Beauregard, M., Chertkow, H., Bub, D., Murtha, S., Dixon, R., & Evans, A. (1997). The neural substrate for concrete, abstract, and emotional word lexica: a positron emission tomography study. *Journal of Cognitive neuroscience*, 9(4), 441-461.
- Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: Time course and scalp distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(3), 235-260.
- 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*, 41(1), 49-59.
- Borod, J. C. (1992). Interhemispheric and intrahemispheric control of emotion: a focus on unilateral brain damage. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60(3), 339-348.
- Bower, G. H. (1981). Mood and Memory. *American Psychologist*, 36(2), 129-148.
- Bradley, M. M., Hamby, S., Löw, A., & Lang, P. J. (2007). Brain potentials in perception: picture complexity and emotional arousal. *Psychophysiology*, 44, 364-373.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25(1), 49-59.

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999). *Affective Norms for English words (ANEW): Instruction manual and affective ratings*: Technical Report C-1, The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000a). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, *37*, 204-215.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000b). Measuring emotion: behavior, feeling, and physiology. In R. Lane & N. Lynn (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (1st Edition ed., pp. 243-276). Oxford: Oxford University Press.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2006). Emotion and Motivation. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (2nd ed., pp. 581-607). New York: Cambridge University Press.
- Bruner, J. S. (1975). The ontogenesis of speech acts. *Journal of Child language*, *2*, 1-19.
- Cacioppo, J. T. (2004). Asymmetries in affect laden information processing. In R. Banjai & D. A. Prentice (Eds.), *Perspectivism in social psychology: The yin and yang of scientific progress* (pp. 85-95). Washington, D.C.: American Psychological Association Press.
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., & Berntson, G. G. (1997). Beyond bipolar conceptualizations and measures: The case of attitudes and evaluative space. *Personality and Social Psychology Review*, *1*(1), 3-25.
- Cacioppo, J. T., Crites, S. L., Berntson, G. G., & Coles, M. G. H. (1993). If attitudes affect how stimuli are processed, should they not affect the event-related brain potential? *Psychological Science*, *4*(2), 108-112.
- Caramazza, A. (1996). Pictures, words and the brain. *Nature*, *383*, 216-217.
- Carretié, L., Hinojosa, J. A., Albert, J., López-Martín, S., S. de la Gándara, B., Igoa, J. M., et al. (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 the 'negativity bias', studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, *41*, 75-85.
- Castro Salas, M. A. (2008). *Potenciales Relacionados con Eventos (PREs) durante la percepción de palabras abstractas y concretas*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal.
- Cato, M. A., Crosson, B., Gökçay, D., Soltysik, D., Wierenga, K., Himes, N., 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*(2), 167-177.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-Route and Parallel-Distributed-Processing approaches. *Psychological Review*, *100*(4), 589-608.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, *82*(6), 407-428.
- Corbetta, M., & Schulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*(3), 201-215.

- Cuthbert, B. N., Lang, P. J., Strauss, C., Drobles, D., Patrick, C. J., & Bradley, M. M. (2003). The psychophysiology of anxiety disorder: Fear memory imagery. *Psychophysiology*, *40*, 407-422.
- 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.
- Chapman, R. M., McCrary, J. W., Chapman, J. A., & Bragdon, H. R. (1978). Brain responses related to semantic meaning. *Brain and Language*, *5*(195-205).
- Chapman, R. M., McCrary, J. W., Chapman, J. A., & Martin, J. K. (1980). Behavioral and neural analysis of connotative meaning: Word classes and rating scales. *Brain and Language*, *11*, 319-339.
- Chastain, G., Seibert, P. S., & Ferraro, F. R. (2001). Mood and lexical access of positive, negative, and neutral words. *The Journal of General Psychology*, *122*(2), 137-157.
- Chomsky, N. (1974). *Estructuras sintácticas*. México, D.F.: Siglo Veintiuno.
- Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *21*(1), 109-127.
- Damasio, A. R., Grabowski, T. J., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L. L. B., Parvizi, J., et al. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nature neuroscience*, *3*(10), 1049-1056.
- Davidson, R. J., Jackson, D. C., & Larson, C. L. (2000). Human electroencephalography. In J. T. Cacciopo, L. G. Tassinari & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (2nd ed., pp. 27-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- De Pascalis, V., Arwari, B., D'Antuono, L., & Cacace, I. (2009). Impulsivity and semantic/emotional processing: An examination of the N400 wave. *Clinical Neurophysiology*, *120*, 85-92.
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: a proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(7), 335-340.
- Dien, J. (2009). The neurocognitive basis of reading single words as seen through early latency ERPs: A model of converging pathways. *Biological Psychology*, *80*, 10-22.
- Dien, J., Spencer, K. M., & Donchin, E. (2004). Parsing the late positive complex: mental chronometry and the ERP components that inhabit the neighborhood of the P300. *Psychophysiology*, *41*, 665-678.
- Dronkers, N. F., Pinker, S., & Damasio, A. R. (2000). Language and the aphasias. In E. R. Kandel, J. H. Schwartz & T. M. Jessell (Eds.), *Principles of neural science* (4th ed., pp. 1169-1187). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Fabiani, M., Gratton, G., & Coles, M. G. H. (2000). Event-Related Brain Potentials. Methods, theory, and applications. In J. T. Cacciopo, L. G. Tassinari & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (2nd ed., pp. 53-84). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fabiani, M., Gratton, G., & Federmeier, K. D. (2007). Event-related brain potentials: methods, theory, and applications. In C. U. Press (Ed.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 85-119). New Yor: Cambridge university press.

- Federmeier, K. D., Kluender, R., & Kutas, M. (2003). Aligning Linguistic and Brain Views on Language Comprehension. In A. Zani & A. M. Proverbio (Eds.), (pp. 143-168). San Diego, CA: Academic Press.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (Third edition ed.). London: SAGE Publications Inc.
- Fischler, I. S., & Bradley, M. M. (2006). Event-related potential studies of language and emotion: words, phrases, and task effects. *Progress in Brain Research*, *156*, 185-203.
- Friederici, A. D. (1995). The time course of syntactic activation during language processing: A model based on neuropsychological and neurophysiological data. *Brain and Language*, *50*, 259-281.
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, *6*(2), 78-84.
- Gaillard, R., Naccache, L., Pinel, P., Clémenceau, S., Volle, E., Hasboun, D., et al. (2006). Direct intracranial, fMRI, and lesion evidence for the causal role of left inferotemporal cortex in reading. *Neuron*, *50*, 191-204.
- Gallagher, M., & Holland, P. C. (1994). The Amygdala Complex: Multiple Roles in Associative Learning and Attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *91*, 11771 - 11776.
- Ghez, C., & Krakauer, J. (2000). The organization of movement. In E. R. Kandel, J. H. Schwartz & T. M. Jessell (Eds.), *Principles of neural science* (pp. 653-673). New York: McGraw-Hill.
- Giménez-Amaya, J. M. (2000). Anatomía funcional de la corteza cerebral implicada en los procesos cerebrales. *Revista de Neurología*, *30*, 656-662.
- Grainger, J., & Ferrand, L. (1994). Phonology and orthography in visual word recognition: Effects of masked homophone primes. *Journal of Memory and Language*, *33*, 218-233.
- Hamann, S., & Mao, H. (2002). Positive and negative emotional verbal stimuli elicit activity in the left amygdala. *NeuroReport*, *13*(15-19).
- Hamm, A. O., Schupp, H. T., & Weike, A. I. (2003). Motivational organization of emotions: Autonomic changes, cortical responses, and reflex modulation. In R. J. Davidson, K. R. Scherer & H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences* (pp. 187-211). Oxford: Oxford University Press.
- Herbert, C., Ethofer, T., Anders, S., Junghöfer, M., Wildgruber, D., Grodd, W., et al. (2009). Amygdala activation during reading of emotional adjectives-an advantage for pleasant content. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *4*, 35-49.
- Herbert, C., Junghöfer, M., & Kissler, J. (2008). Event related potentials to emotional adjectives during reading. *Psychophysiology*, *45*, 487-498.
- Herbert, C., Kissler, J., Junghöfer, M., Peyk, P., & Rokstroh, B. (2006). Processing of Emotional Adjectives: Evidence from Sartle EMG and ERPs. *Psychophysiology*, *43*, 197-206.
- Herrmann, E., Call, J., Hernández-Lloreda, M. V., Hare, B., & Tomasello, M. (2007). Humans have evolved specialized skills of social cognition: the cultural intelligence hypothesis. *Science*, *317*, 1360-1366.

- Holcomb, P. J., & Grainger, J. (2006). On the time course of visual word recognition: An event-related potential investigation using masked repetition priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(10), 1631-1643.
- Holt, D. J., Lynn, S. K., & Kuperberg, G. R. (2009). Neurophysiological correlates of comprehending emotional meaning in context *Journal of Cognitive Neuroscience* *21*(11), 2245-2262.
- Holt, D. J., Spencer, K. L., & Kuperberg, G. R. (2009). Neurophysiological correlates of comprehending emotional meaning in context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*(11), 2245-2262.
- Hughlings-Jackson, J. (1864). Hemiplegia on the right side, with loss of speech. *British Medical Journal*, 572-573.
- Ito, T. A., & Cacciopo, J. T. (2005). Variations on a human universal: Individual differences in positivity offset and negativity bias. *Cognition and Emotion*, *19*(1), 1-26.
- Ito, T. A., Cacioppo, J. T., & Lang, P. J. (1998b). Eliciting affect using the International Affective Picture System: Trajectories through evaluative space. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *24*(8), 855-879.
- Ito, T. A., Larsen, J. T., Smith, N. K., & Cacciopo, J. T. (1998a). Negative information weighs more heavily on the brain: The negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *75*(4), 887-900.
- Iversen, S., Kupfermann, I., & Kandel, E. R. (2000). Emotional states and feelings. In E. R. Kandel, J. H. Schwartz & T. M. Jessell (Eds.), *Principles of neural science* (4th ed., pp. 982-997). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Jackendoff, R. (1999). The representational structures of the language faculty and their interactions. In C. M. Brown & P. Hagoort (Eds.), *The neurocognition of language* (pp. 37-79). Oxford: Oxford University Press.
- James, W. (1989). *Principios de psicología*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Jamieson, S. (2004). Likert scales: how to (ab)use them. *Medical Education*, *38*, 1212-1218.
- Jelicic, M., Geraerts, E., Merckelbach, H., & Guerrieri, R. (2004). Acute stress enhances memory for emotional words, but impairs memory for neutral words. *International Journal of Neuroscience*, *114*, 1341-1351.
- Junghöfer, M., Schupp, H. T., Stark, R., & Vaitl, D. (2005). Neuroimaging of emotion: empirical effects of proportional global signal scaling in fMRI data analysis. *NeuroImage*, *25*, 520-526.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of neural science*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Kanske, P., & Kotz, S. A. (2007). Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study. *Brain Research*, *1148*, 138-148.
- Kissler, J., Assadollahi, R., & 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., & Junghöfer, M. (2007). Buzzwords. Early Cortical Responses to Emotional Words During Reading. *Psychological Science*, *18*(6), 475-480.

- Kissler, J., Herbert, C., Winkler, I., & Junghöfer, M. (2009). Emotion and attention in visual word processing-An ERP study. *Biological Psychology, 80*, 75-83.
- Kleinginna, P. R., & Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion, 5*(4), 345-379.
- Kosinski, R. J. (2009). A Literature Review on Reaction Time
- Kotchoubey, B. (2005). Event-related potential measures of consciousness: two equations with three unknowns. *Progress in Brain Research, 150*, 427-444.
- Kutas, M., & Donchin, E. (1980). Preparation to respond as manifested by movement-related brain potentials *Brain Research, 202*, 95-115.
- 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. (2009). N400. *Scholarpedia, 4*(10), 7790.
- 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., Federmeier, K. D., Coulson, S., King, J. W., & Münte, T. F. (2000). Language. In J. T. Cacciopo, L. G. Tassinari & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (2nd ed., pp. 576-601). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science, 207*, 203-205.
- Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E. (1977). Augmentin mental chronometry: the P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science, 197*(4305), 792-795.
- Kutas, M., & Schmitt, B. M. (2003). Language in Microvolts. In M. T. Banich & M. Mack (Eds.), *Mind, brain, and language: Multidisciplinary perspectives* (pp. 171-209). NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Landis, T. (2006). Emotional Words: What's so Different from just Words? [Original Article]. *Cortex, 42*, 823-830.
- Lane, R. D., Fink, G. R., Chau, P. M. L., & Dolan, R. J. (1997). Neural activation during selective attention to subjective emotional responses. *Neuroreport, 8*(18), 3969-3972.
- Lang, P. J. (1979). Presidential Address, 1978. A Bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology, 16*(6), 495-512.
- Lang, P. J. (1984). Cognition in emotion: concept and action. In C. E. Izard, J. Kagan & R. B. Zajonc (Eds.), *Emotions, cognition, and behavior* (pp. 192-226). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe. Studies of motivation and attention. *American Psychologist, 50*(5), 372-385.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1992). A motivational analysis of emotion: Reflex-cortex connections. *Psychological Science, 3*(1), 44-49.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1998). Emotion, Motivation, and Anxiety: Brain mechanisms and psychophysiology. *Biological Psychiatry, 44*, 1248-1263.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8*. Gainesville, FL.: University of Florida.

- Lang, P. J., Bradley, M. M., Fitzsimmons, J. R., Cuthbert, B. N., Scott, J. D., Moulder, B., et al. (1998). Emotional arousal and activation of the visual cortex: An fMRI analysis. *Psychophysiology*, *35*, 199-210.
- Lang, P. J., & Davis, M. (2006). Emotion, motivation, and the brain: Reflex foundations in animal and human research. *Progress in Brain Research*, *156*, 3-29.
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, *30*, 261-273.
- Lara Ramos, L. F. (2000). *Diccionario del español usual en México*. México, D.F.: El Colegio de México.
- Leal-Carretero, F. (2003). Las clases de palabras en español. In E. Matute & F. Leal-Carretero (Eds.), *Introducción al estudio del español desde una perspectiva multidisciplinaria* (pp. 107-140). Guadalajara, Jalisco.: Universidad de Guadalajara.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, *23*, 155-184.
- LeDoux, J. E. (2007). The amygdala. *Current Biology*, *17*(20), R868-874.
- Liddell, B. J., Brown, K. J., Kemp, A. H., Barton, M. J., Das, P., Peduto, A., et al. (2005). A direct brainstem-amygdala-cortical 'alarm' system for subliminal signals of fear. *NeuroImage*, *24*, 235-243.
- Lieberman, P. (2003). Language evolution and innateness. In M. T. Banich & M. Mack (Eds.), *Mind, brain, and language. Multidisciplinary perspectives* (pp. 3-22). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Maddock, R. J., Garrett, A. S., & Bounocore, M. H. (2002). Posterior cingulate cortex activation by emotional words: fMRI evidence from a valence decision task. *Human Brain Mapping*, *18*, 30-41.
- Martin, J. H. (1996). *Neuroanatomy, text and atlas* (2nd ed.). Stamford, Connecticut: Appleton & Lange.
- Münte, T. F., Heinze, H. J., Matzke, M., Wieringa, B. M., & Johannes, S. (1998). Brain potentials and syntactic violations revisited: no evidence for specificity of the syntactic positive shift. *Neuropsychologia*, *36*(3), 217-226.
- Naccache, L., Gaillard, R., Claude, A., Hasboun, D., Clémenceau, S., Baulac, M., et al. (2005). A direct intracranial record of emotions evoked by subliminal words. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(21), 7713-7717.
- Nobre, A. C., Allison, T., & McCarthy, G. (1994). Word recognition in the human inferior temporal lobe. *Nature*, *372*, 260-263.
- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(3), 466-478.
- 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*, 1242-1251.
- Osgood, C. E. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological Bulletin*, *49*(3), 197-237.
- Osterhout, L., & Holcomb, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, *31*, 785-806.

- Paap, K. R., & Noel, R. W. (1991). Dual-route models of print to sound: Still a good horse race. *Psychological Research*, *53*, 13-24.
- Pastor, M. C., Bradley, M. M., Löw, A., Versace, F., Moltó, J., & Lang, P. J. (2008). Affective picture perception: emotion, context, and the late positive potential. *Brain Research*, *1189*, 145-151.
- Patterson, D. W., & Schmidt, L. A. (2003). Neuroanatomy of the human affective system. *Brain and Cognition*, *52*, 2426.
- Perfetti, C. A. (1999). Comprehending written language: a blue printer of the reader. In C. M. Brown & P. Hagoort (Eds.), *The neurocognition of language* (pp. 167-208). Oxford, NY: Oxford University Press.
- Perfetti, C. A., & Sandak, R. (2000). Reading optimally builds on spoken language: implications for deaf readers. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *5*, 32-50.
- Phelps, E. A., O'Connor, K. J., Gatenby, J. C., Gore, J. C., Grillon, C., & Davis, M. (2001). Activation of the left amygdala to a cognitive representation of fear. *Nature neuroscience*, *4*(4), 437-441.
- Phillips, M. L., Drevets, W. C., Rauch, S. L., & Lane, R. (2003). Neurobiology of emotion perception I: The neural basis of normal emotion perception. *Biological Psychiatry*, *54*(5), 504-514.
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a y P3b. *Clinical Neurophysiology*, *118*, 2128-2148.
- Posner, J., Russell, J. A., & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology*, *17*(3), 715-734.
- Potter, M. C., & Faulconer, B. A. (1975). Time to understand pictures and words. *Nature*, *253*, 437-438.
- Potter, M. C., & Kroll, J. F. (1987). Conceptual representation of pictures and words: Reply to Clark. *Journal of Experimental Psychology: General*, *116*(3), 310-311.
- Redondo, J., Fraga, I., Padrón, I., & Comesaña, M. (2007). The Spanish adaptation of ANEW (Affective Norms for English Words). *Behavior Research Methods*, *39*(3), 600-605.
- Rosselli, M., Matute, E., & Ardila, A. (2006). Predictores neuropsicológicos de la lectura en español. *Revista de Neurología*, *42*(4), 202-210.
- Sabatinelli, D., Bradley, M. M., Fitzsimmons, J. R., & Lang, P. J. (2005). Parallel amygdala and inferotemporal activation reflect emotional intensity and fear relevance. *NeuroImage*, *24*, 1264-1270.
- Sah, P., Faber, E. S. L., Lopez de Armentia, M., & Power, J. (2003). The Amygdaloid Complex: Anatomy and Physiology. *Physiological Reviews*, *83*, 803-834.
- Sander, D., Grafman, J., & Zalla, T. (2003). The human amygdala: an evolved system for relevance detection. *Reviews in the Neurosciences*, *14*, 303-316.
- Sapir, E. (1988). *El lenguaje*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Schlaggar, B. L., & McCandliss, B. D. (2007). Development of neural systems for reading. *Annual Review of Neuroscience*, *30*, 475-503.
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T. A., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, *37*, 257-261.

- Sereno, S. C., Rayner, K., & Posner, M. I. (1998). Establishing a time-line of word recognition: Evidence from eye movements and event-related potentials. *Cognitive Neuroscience*, 9(10), 2195-2200.
- Shapkin, S. A., Gusev, A. N., & Kuhl, J. (2000). Categorization of unilaterally presented emotional words: an ERP analysis. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 60, 17-28.
- Shaver, P., Schwartz, J., Kirson, D., & O'Connor, C. (1987). Emotion knowledge: Further exploration of a prototype approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(6), 1061-1086.
- Skrandies, W., & Chiu, M. J. (2003). Dimensions of affective semantic meaning - Behavioral and evoked potential correlates in Chinese subjects. *Neuroscience Letters*, 341, 45-48.
- Stern, R. M., Ray, W. J., & Quigley, K. S. (2001). *Psychophysiological recording* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press, Inc.
- Tabert, M. H., Borod, J. C., Tang, C. Y., Lange, G., Wei, T. C., Johnson, R., et al. (2001). Differential amygdala activation during emotional decision and recognition memory tasks using unpleasant words: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 39, 556-573.
- Tanaka, Y., & Osgood, C. E. (1965). Cross-culture, cross-concept, and cross-subject generality of affective meaning systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2(2), 143-153.
- Taylor, S. E. (1991). Asymmetrical effects of positive and negative events: The Mobilization-Minimization hypothesis. *Psychological Bulletin*, 110(6), 67-85.
- Tomasello, M. (1995). Language is not an instinct. *Cognitive Development*, 10, 131-156.
- Tomasello, M. (2003). *Constructing a language. A usage-based theory of language acquisition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (1994). 'What' and 'where' in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 4, 157-165.
- Vandenberghe, R., Price, C., Wise, R., Josephs, O., & Frackowiack, R. S. J. (1996). Functional anatomy of a common semantic system for words and pictures. *Nature* 383, 254-256.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: An event-related fMRI study. *Neuron*, 30, 829-841.
- Zaragoza, D. (1998). EsVisW: Estímulos Visuales y Tiempo de Reacción. VI Concurso Nacional de Investigación Biomédica [Mención Especial]. San Luis Potosí, SLP.

ANEXOS

ANEXO A



INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
CUCBA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO, ORIENTACIÓN
NEUROCIENCIA

Francisco de Quevedo 180, Arcos Vallarta • 44130 Guadalajara, Jal. México
Teléfono / Fax 3818-0740

Por este medio hago constar mi libre consentimiento para participar en el estudio **“Percepción de palabras emocionales y PREs”** que realiza Juan Ramiro Martínez Bonilla, quien me ha informado sobre las principales características del estudio. Entiendo que el estudio implementa una técnica no invasiva e inocua (EEG), que no me administrarán ningún medicamento, que consiste en una sesión de 2 hrs aprox., de la cual podré retirarme en el momento que así lo decida y que los resultados serán manejados en forma confidencial.

Guadalajara, Jalisco. _____ de _____ 2010.

Nombre y firma del participante

ANEXO B

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

COMITÉ DE ÉTICA

DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Percepción de palabras emocionales y PRE's

CON NÚMERO DE REGISTRO ET122009-79

RESPONSABLE Daniel Zarabozo E. de R.

NOMBRE DEL ALUMNO Juan Ramiro Martínez Bonilla

APROBADO SIN MODIFICACIONES

RECHAZADO

SUGERENCIAS: _____



ANEXO C
CUESTIONARIO CONTROL

Nombre: _____

Fecha de nacimiento: _____

Teléfono: _____

¿Cuál es tu nivel de estudios?

Licenciatura () Maestría ()

¿Padeces alguna enfermedad?

Sí () No ()

¿Cuál?

¿Has convulsionado?

Sí () No ()

¿Has perdido el conocimiento?

Sí () No ()

¿Padeces alguna enfermedad neurológica o psiquiátrica?

Sí () No ()

¿Usas lentes?

Sí () No ()

En caso de usarlos, ¿los traes para la tarea experimental?

Sí () No ()

¿Tienes problemas para la lectura?

Sí () No ()

¿Tienes dislexia?

Sí () No ()

¿El español es tu lengua materna?

Sí () No ()

¿Hablas otra lengua aparte del español?

Sí () No ()

ANEXO C

Prueba de ANNET

Nombre: _____

Indica con una cruz con cuál mano ejecutas frecuentemente las acciones que aparecen en la lista:

ACCIONES	MANO		
	DERECHA	IZQUIERDA	AMBAS
Cepillarse los dientes			
Cortar con tijera			
Desenroscar la tapa de un refresco			
Empuñar un martillo			
Empuñar una escoba			
Empuñar una pala			
Empuñar una raqueta			
Encender un cerillo			
Enhebrar una aguja			
Escribir con un lápiz			
Lanzar una pelota			
Repartir naipes			

ANEXO D

“Todos Santos, Día de Muertos”

El solitario mexicano ama las fiestas y las reuniones públicas. Todo es ocasión para reunirse. Cualquier pretexto es bueno para interrumpir la marcha del tiempo y celebrar con festejos y ceremonias hombres y acontecimientos. Somos un pueblo ritual. Y esta tendencia beneficia a nuestra imaginación tanto como a nuestra sensibilidad, siempre afinadas y despiertas. El arte de la fiesta, envilecido en casi todas partes, se conserva intacto entre nosotros. En pocos lugares del mundo se puede vivir un espectáculo parecido al de las grandes fiestas religiosas de México, con sus colores violentos, agrios y puros y sus danzas, ceremonias, fuegos de artificio, trajes insólitos y la inagotable cascada de sorpresas de los frutos, dulces y objetos que se venden esos días en plazas y mercados.

Nuestro calendario está poblado de fiestas. Ciertos días, lo mismo en los lugarejos más apartados que en las grandes ciudades, el país entero reza, grita, come, se emborracha y mata en honor de la Virgen de Guadalupe o del general Zaragoza. Cada año, el 15 de septiembre a las once de la noche, en todas las plazas de México celebramos la fiesta del Grito; y una multitud enardecida efectivamente grita por espacio de una hora, quizá para callar mejor el resto del año. Durante los días que preceden y suceden al 12 de diciembre, el tiempo suspende su carrera, hace un alto y en lugar de empujarnos hacia un mañana siempre inalcanzable y mentiroso, nos ofrece un presente redondo y perfecto, de danza y juerga, de comunión y comilona con los más antiguo y secreto de México. El tiempo deja de ser sucesión y vuelve a ser lo que fue, y es, originariamente: un presente en donde pasado y futuro al fin se reconcilian.

Pero no bastan las fiestas que ofrecen a todo el país la Iglesia y la república. La vida de cada ciudad y de cada pueblo está regida por un santo, al que se festeja con devoción y regularidad. Los barrios y los gremios tienen también sus fiestas anuales, sus ceremonias y sus ferias. Y, en fin, cada uno de nosotros —ateos, católicos o indiferentes— poseemos nuestro santo, al que cada año honramos. Son incalculables las fiestas que celebramos y los recursos y tiempo que gastamos en festejar. Recuerdo que hace años pregunté a un presidente municipal de un poblado vecino a Mitla: “¿A cuánto ascienden los ingresos del municipio por contribuciones?”. “A unos tres mil pesos anuales. Somos muy pobres. Por eso el señor gobernador y la Federación nos ayudan cada año a completar nuestros gastos.” “¿Y en qué utilizan esos tres mil pesos?” “Pues casi todo en fiestas, señor. Chico como lo ve, el pueblo tiene dos Santos Patronos.”

ANEXO E

PALABRA POSITIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
abrazo	Rodear con los brazos a alguien, como muestra de cariño o felicitación.	Aleación de hierro y carbono que al ser templada adquiere gran dureza.
afecto	Sentimiento de simpatía y apego a algo o a alguien.	Parte tercera en que está dividido el cuerpo de los insectos.
amigo	Con respecto a una persona, otra que guarda con ella una relación de afecto, cariño y solidaridad.	Planta fanerógama que da flores y tiene las semillas dentro de un ovario que se convierte en fruto.
aurora	Luz que precede a la salida del sol.	Sacar provecho de alguna cosa de manera indebida.
brisa	Viento ligero y húmedo.	Conjunto de instituciones bancarias.
campeón	Persona que en un juego obtiene la victoria.	Cuarto mes del año, tiene treinta días.
canción	Composición en la que música y letra se entrelazan y que está escrita en verso.	Capacidad del ser humano para darse cuenta de sí mismo y de lo que lo rodea.
caricia	Contacto suave y tierno que se hace deslizando la mano sobre otro cuerpo.	Conjunto de instalaciones a donde va la gente a tomar baños de placer.
cascada	Caída desde cierta altura del agua de un río por brusco desnivel del cauce.	Etapas de la historia humana que precede a la civilización y a la cultura.
chiste	Ocurrencia o cuento breve que se dice para hacer reír.	Que tiene a su cargo el mando de una empresa.
coito	Cópula sexual, generalmente entre un hombre y una mujer, con el fin de obtener placer o procrear.	Casa pequeña y humilde, de un solo cuarto, construida con adobe, carrizo y con techo de paja.
comedia	Obra teatral de argumento ligero y con un final feliz.	Hacer más pequeña la extensión o la cantidad de algo.
comida	Conjunto de los alimentos que se comen a cierta hora del día, especialmente los principales.	Acto de poner frente a frente dos objetos para buscar sus diferencias y sus semejanzas.
deleite	Gran placer o gusto, sensación agradable.	Ferrocarril urbano, subterráneo o de superficie.
diploma	Título que expide una autoridad para acreditar un reconocimiento.	Poner señales en un terreno para marcar sus límites.
encanto	Atractivo físico o espiritual de una persona y que embelesa.	Estudio científico de las relaciones entre los seres vivos y su ambiente.
festivo	Alegre, regocijado y gozoso.	Bóveda o recipiente cerrado.
fiesta	Reunión de personas en la que se divierten, bailan y comen para celebrar algo.	Conjunto de órganos y partes de un ser vivo que funcionan como un todo.

PALABRA POSITIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN CONGRUENTE
gatito	Pequeño mamífero carnívoro, doméstico. Tiene lengua muy áspera y pelaje suave.	Rama de la medicina que se ocupa del estudio del corazón.
guapa	Que tiene un rostro o un cuerpo atractivo o bello.	Cabello blanco que sale, por lo general, durante la vejez.
guiño	Acción de cerrar el ojo.	Acto de certificar algo.
hogar	Casa en donde vive alguien, particularmente una familia.	Parte de la microbiología que estudia las bacterias.
honesto	Que es honrado, no roba y vive de su propio trabajo.	Que es de color café claro, semejante al de la arena.
honor	Gloria que sigue a las acciones heroicas.	Lanzamiento de un proyectil por un arma.
humor	Capacidad que tiene alguien para descubrir el aspecto divertido de las cosas.	Signo de puntuación (,) que indica una pausa breve en un escrito.
ingenio	Facultad para encontrar los medios necesarios para resolver algún problema.	Pelo que crece sobre el labio superior de los hombres.
jardín	Terreno en el que se cultivan flores, árboles con fines ornamentales.	Persona encargada de cobrar y pagar el dinero en un banco.
júbilo	Alegría muy intensa que se expresa con entusiasmo.	Alumno de un colegio o una academia militar.
logro	Acto de lograr o conseguir algo.	Que está relacionado con la guerra.
lotería	Obtener uno de los principales premios de este juego.	Parte muscular y blanda del cuerpo de los animales.
mascota	Animal de compañía, con el que se tiene una relación de afecto.	Máscara que cubre la nariz y la boca, para inhalar un gas.
melodía	Serie de notas de distintos tonos que se organizan con arreglo a cierto criterio musical.	Tejido vivo, delgado y flexible, que envuelve y protege algunos órganos o segrega algunas sustancias.
milagro	Acontecimiento extraordinario y maravilloso, producto de una fuerza sobrenatural.	Construcción con paredes, techo, en donde viven las personas.
nieve	Dulce que se come congelado, hecho con agua, jugo de fruta, azúcar.	Persona que se ocupa de la vigilancia y limpieza de un edificio.
novia	Respecto de una persona, la que mantiene con ella relaciones amorosas.	Papel escrito que envía una persona a otra para decirle algo.
océano	Extensión de agua salada que cubre el 70% de la superficie de la Tierra.	Pintura roja que se utiliza para dar color a las mejillas.
orgasmo	Culminación del placer sexual.	Habitante de una colonia.
palacio	Edificio lujoso que ha servido de residencia a un jefe de Estado.	Accidente que puede ocurrir o no durante el desarrollo de algún proceso.

PALABRA POSITIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
paraíso	Jardín maravilloso en el que colocó Dios a Adán y Eva después de crearlos.	Cubierta de material muy resistente con que se protege la cabeza de golpes.
pareja	Conjunto formado por dos personas, como hombre y mujer.	Que pertenece al cerebro o se relaciona con él.
pasión	Sentimiento o deseo muy intenso.	Reina del juego de ajedrez.
pastel	Postre que se hace con pasta de harina horneada y cubierta de crema, fruta.	Joya que ciñe el cuello de una mujer a la altura de la garganta.
perfume	Olor agradable, particularmente el que despiden las flores.	Secreción del oído externo semejante a la cera.
pizza	Masa de harina horneada, y cubierta con salsa de tomate, queso y otros ingredientes.	Persona que vive en el campo y se dedica a trabajar la tierra.
placer	Sensación o emoción agradable que se tiene cuando se satisface una necesidad o un deseo.	Cada uno de los dos lados que forman el ángulo recto de un triángulo rectángulo.
playa	Lugar a la orilla del mar en donde se va a vacacionar.	Órgano muscular que impulsa la sangre y es propio de los vertebrados.
poesía	Uso artístico de la lengua que se vale del verso para expresar los sentimientos del autor.	Revestimiento de una corona dental que imita el esmalte, hecho de porcelana o material sintético.
pradera	Lugar del campo llano y con hierba.	Resultado de capturar algo o a alguien.
regalo	Cosa que uno da a alguien para que sea suya y con el fin de mostrarle afecto.	Momento en el que el Sol está en el punto más alto de su elevación en el horizonte.
rescate	Acto y efecto de rescatar.	Que carece de algo.
riqueza	Abundancia de dinero o de bienes que alguien posee.	Conjunto de ceremonias litúrgicas que celebra una comunidad religiosa.
sabio	Que tiene conocimientos profundos de algo.	Persona que se encarga de cocinar.
sabor	Sensación que algunas sustancias producen en la lengua.	Que pertenece a las teorías de Descartes.
saludo	Palabra, expresión o gesto con el que se muestra atención a una persona.	Cáscara desmenuzada del grano de los cereales, se separa al cernir la harina.
talento	Capacidad de una persona para comprender las cosas que le atañen.	Medida de longitud que es la centésima parte de un metro.
tesoro	Conjunto de joyas y dinero, que se encuentran reunidos en cierto lugar.	Parte exterior de un edificio en la que está la entrada principal.
triumfo	Acción y efecto de quedar victorioso.	Tallo leñoso y cubierto de corteza.

PALABRA POSITIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
trofeo	Escultura que se entrega al ganador de un torneo deportivo.	Cerrar una herida y formar nuevo tejido en su lugar.
ventaja	Circunstancia de estar una persona en mejores condiciones que otra.	Unir en matrimonio a un hombre y una mujer.
virtud	Disposición de una persona para comportarse de acuerdo con la justicia hacia los demás.	Mesa en la que se escribe, generalmente provista de cajones para guardar papelería.

PALABRA NEUTRA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICION INCONGRUENTE
anhelo	Deseo intenso de alguna persona por algo.	Fecha en la que se cumplen años.
armario	Mueble que sirve para guardar cosas y tiene puertas y cajones.	Lodo blando que se deposita en el fondo de las lagunas.
autobús	Vehículo automotor para el transporte colectivo de pasajeros.	Punto más alto de algo como una montaña.
avenida	Calle ancha, de mucho tránsito, a la que desembocan calles más pequeñas.	Parte de la física, que estudia el movimiento de los cuerpos.
banco	Asiento para una sola persona, generalmente sin respaldo.	Recorrido que vuelve a su punto de partida.
bandera	Trozo de tela rectangular, con algún escudo, se usa como símbolo de un país.	Sustancia que se agrega a las comidas para acentuar o mejorar su sabor.
barril	Recipiente de forma cilíndrica y cerrada en ambos lados por tapas.	Esposa del conde o mujer que recibe ese título nobiliario.
bodega	Local cubierto en el que se almacena alguna cosa.	Número que sigue al cuatro y precede al seis.
botella	Recipiente cilíndrico y de cuello angosto, de vidrio, que sirve para contener líquidos.	Capa exterior del tronco y de las ramas de los árboles y arbustos.
cable	Conjunto alambres entrelazados en forma de cuerda, que se utiliza para unir algo.	Orificio superior de la laringe, en donde se encuentran las cuerdas vocales.
carro	Cualquier vehículo con ruedas y generalmente con motor.	Dulce hecho a base de coco rallado.
chaleco	Prenda de vestir sin mangas, se pone encima de la camisa, protege el tronco.	Pieza que cierra por la parte superior alguna cosa, como un recipiente, una caja.
círculo	Área o superficie plana limitada por una circunferencia.	Especie de ropero empotrado en la pared.
columna	Apoyo vertical, cilíndrico y que sirve para sostener un techo.	Colchón delgado y ligero, utilizado para acostarse en el suelo.
corcho	Material de origen vegetal, poroso y ligero, capaz de aislar el sonido.	Pedazo rectangular de papel, grueso y pequeño, sirve para anotar datos.
corona	Aro de metal precioso, que se ponen los reyes sobre la cabeza.	Efecto de decir lo contrario de algo que se ha afirmado.
cortina	Pieza de tela que cubre y adorna las ventanas.	Uso de algo que se gasta o se acaba.
cuenco	Recipiente no muy grande de barro, hondo y ancho, y sin borde.	Animal que tiene cuatro patas, como el caballo, gato o el perro.
esfera	Sólido terminado por una superficie curva cuyos puntos equidistan de un centro.	Mapa en el que se representa la superficie total de la Tierra.

PALABRA NEUTRA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
estatua	Escultura de una figura humana y que se hace para rendir homenaje a alguien.	Tortilla de maíz o de harina enrollada, rellena de algo, como frijoles, salsa, carne.
éxtasis	Estado del alma enteramente embargada por un sentimiento de admiración, alegría.	Cada una de las cifras con que se escribe un número.
farol	Lámpara que ilumina las entradas de las casas, de vidrio y con un foco.	Apoyo con el que se ayuda a andar quien está impedido de una pierna.
folleto	Impreso o libro de muy pocas páginas.	Acto de conspirar contra algo o alguien.
fuego	Desprendimiento de calor y luz en forma de llama, producido por algo que se quema.	Pendiente de un terreno o inclinación del paramento de un muro, desmonte o terraplén.
género	Flexión gramatical del sustantivo, que indica cuándo son masculinos, femeninos o neutros.	Parte dura y central de la mazorca del maíz sin los granos.
hábito	Conducta que repite alguien tantas veces, que se vuelve costumbre en una persona.	Que es natural de Tabasco, que pertenece a este estado o se relaciona con él.
halcón	Ave rapaz diurna de cuerpo esbelto, cabeza pequeña, alas grandes; muy rápida.	Persona que enseña en alguna escuela o da clases de alguna materia.
huevo	Cuerpo esférico y alargado, que produce un animal, como la gallina.	Parte fibrosa y compacta que tienen los árboles debajo de la corteza.
jarra	Recipiente de cuello y boca anchos y con asa, se usa para servir líquidos.	Tejido de hilo entrelazado de manera que forma rombos para hacer redes de pesca.
lámpara	Artefacto que sirve para alumbrar, tiene foco y opera con pilas eléctricas.	Tipo de elefante extinto, de largos colmillos curvos, perteneciente al género <i>Mammuthus</i> .
lápiz	Útil que se usa para escribir o dibujar a mano y sobre papel.	Tubo de hule, que sirve para conducir agua, desde un surtidor a otra parte.
lavabo	Pila con grifos y otros accesorios que se utiliza para lavarse.	Representación mental de algo, sea concreto, sea abstracto o sea irreal.
litro	Unidad equivalente al volumen de un decímetro cúbico y el líquido que cabe en él.	Hoyo o excavación que algunos animales hacen en la tierra para protegerse y tener sus crías.
llave	Utensilio de metal, dentado, sirve para abrir o cerrar una cerradura.	Agua en gotas que cae de las nubes a la Tierra.
manera	Conjunto de pasos que se siguen para producir o realizar algo.	Profesión de los que se dedican a la navegación en el mar.
mentón	Parte de la cara, prominencia de la mandíbula, situada debajo de la boca.	Expresión que indica la relación que hay entre dos cantidades que son iguales.

PALABRA NEUTRA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
metal	Cuerpo mineral, sólido, maleable, buen conductor de la electricidad, como el hierro.	Representación de la figura o las características de algo o de alguien.
método	Modo sistemático de hacer alguna cosa.	Que es pequeño, de poco tamaño.
molde	Instrumento que sirve para dar forma o cuerpo a algo.	Abertura que se forma en un cuerpo, tras haberlo cortado.
motor	Aparato que produce movimiento al transformar un tipo de energía en otro.	Mosco pequeñísimo, apenas visible, chupador de sangre, cuya picadura es muy irritante.
mueca	Contorsión de la cara de una persona, causada por un dolor o un disgusto.	Recipiente de barro, con una asa y de diversos tamaños, que se usa para beber.
mueble	Cada uno de los objetos de una casa, como las mesas.	Parte de alguna mercancía, que se ofrece para probar su calidad.
orgullo	Satisfacción de sí mismo, de los propios méritos y cualidades.	Ser sobrenatural que diversas religiones consideran como creador del mal.
otoño	Estación del año que sigue al verano y precede al invierno.	Que vive o sucede en la misma época que otro.
pasaje	Dinero que paga una persona para tener derecho a ser transportado.	Piel que cubre los testículos y las membranas que los envuelven.
pieza	Cada uno de los elementos que constituyen una unidad.	Lugar donde se juntan los lados de una cosa.
póster	Cartel que se fija en la pared sin finalidad publicitaria.	Que se ha embriagado tomando bebidas alcohólicas en exceso.
rebelde	Que se niega a obedecer a la autoridad.	Actitud de quien produce sufrimiento en los demás.
repisa	Estante de madera, colocado horizontalmente en la pared para servir de soporte a algo.	Conjunto de comportamientos automáticos, inconscientes y heredados, de un individuo o de una especie.
secador	Cada uno de los diversos aparatos destinados a secar las manos, el cabello.	Conclusión que se considera lógicamente implicada en determinada proposición o en ciertos hechos.
silla	Asiento con respaldo, de cuatro patas, y en que solo cabe una persona.	Tribunal de la Iglesia católica encargado de descubrir, castigar y prevenir la herejía.
tablero	Tabla dibujada y coloreada a propósito para jugar al ajedrez y otros juegos.	Casa pequeña y humilde, generalmente de un solo cuarto, construida con adobe, carrizo.
tenedor	Utensilio de mesa que sirve para sostener los alimentos y para llevarlos a la boca.	Calidad del que no hace concesiones con las ideas o el comportamiento de los demás.

PALABRA NEUTRA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
teoría	Conjunto organizado de proposiciones con que se da una explicación acerca de cierto objeto.	Arte marcial originario del Japón, que consiste en un sistema de combate sin armas.
tinta	Sustancia líquida y de color negro, que se usa para escribir sobre papel.	Escuela para niños de 4 a 6 años de edad, donde aprenden juegos.
tobillo	Parte más delgada y baja de la pierna, donde ésta se une con el pie.	Deformación o abultamiento en la base del hueso, primera falange, del dedo gordo del pie.
tonada	Música de una canción.	Lugar formado por varios caminos.
torre	Construcción alta, que sirve para vigilar y defender un terreno.	Conjunto de las ramas y las hojas de los árboles.
unidad	Cada uno de los elementos de un conjunto.	Que actúa con temor ante una amenaza.
vidrio	Material duro, quebradizo, transparente, usado para hacer vasos, lentes.	Capacidad de comprensión de una persona para juzgar algo.

PALABRA NEGATIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
agonía	Ansia o angustia en que se debate el moribundo.	Idea o proposición que se expresa en una frase corta.
amenaza	Expresión con que una persona declara a otra su intención de hacerle daño.	Lugar especialmente equipado para hacer experimentos o investigaciones científicas en física, química, biología.
asesino	Que mata a alguien infringiendo una norma moral o legal.	Maleta pequeña, que se usa para llevar pocas cosas.
ataúd	Caja de forma rectangular donde se pone un cadáver para enterrarlo.	Figura a la que se adora por ser considerada una divinidad.
basura	Cosa que no sirve, como los desperdicios, los residuos o cualquier tipo de suciedad.	Materia compuesta por diversos minerales que sale en fusión o derretida de los volcanes.
bomba	Arma de material explosivo, provista de un dispositivo que la hace estallar.	Crustáceo decápodo marino que mide entre 20 y 50 cm de largo.
cadáver	Cuerpo muerto, principalmente el de una persona.	Terreno lleno de arbustos y yerbas grandes.
cáncer	Enfermedad que consiste en la aparición y reproducción de tumores malignos.	Edificio destinado al culto de una religión, especialmente de la católica.
cárcel	Lugar donde se encierra a las personas que han cometido un delito.	Cada una de las dos partes iguales en que se divide algo.
carroña	Carne corrompida, podrida.	Acto de saquear.
castigo	Sufrimiento, daño, trabajo que se impone a alguien por haber cometido una falta.	Prenda interior femenina consistente en una especie de faja corta o larga.
choque	Acto y resultado de chocar una cosa con otra.	Rama de la medicina que estudia los riñones.
cólera	Actitud y sensación de gran enojo.	Guerrero que participó en las cruzadas.
crimen	Delito grave, principalmente el asesinato de una persona.	Agrupación numerosa, apretada o espesa de alguna cosa.
culpa	Estar consciente de que se ha actuado mal o se ha provocado algún daño.	Facultad o posibilidad que tiene una persona o un conjunto de personas de elegir.
deuda	Deber algo, por haber recibido un favor y sentir la obligación de corresponder a él.	Conjunto de hojas de papel impresas y encuadernadas en el que se trata algún tema.
dolor	Sensación de molestia en alguna parte del cuerpo, como la que produce una herida.	Propiedad o conjunto de propiedades rurales de gran extensión, pertenecientes a un solo dueño.
esclavo	Persona que, por estar bajo el dominio de otra, ha sido privada de su libertad.	Beneficio económico que se obtiene del comercio, de negocios o de la prestación de servicios.

PALABRA NEGATIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
escoria	Conjunto de personas a quienes se considera lo más despreciable.	Estudio de las glándulas de secreción interna y sus secreciones.
estrés	Tensión provocada por situaciones agobiantes que originan reacciones psicosomáticas.	Deseo sexual exacerbado, principalmente el que resulta inmoral o morboso.
fiebre	Elevación anormal de la temperatura del cuerpo, que indica alguna enfermedad.	Establecimiento de personas en un lugar distinto del que son originarias.
fracaso	Acto de fracasar.	Huevo del piojo.
fraude	Engaño premeditado por medio del cual una persona se beneficia a costa de otras.	Actitud del hombre que considera que el sexo masculino es naturalmente superior al femenino.
funeral	Ceremonia solemne con la que se vela y se entierra el cadáver de una persona.	Cada una de las piezas circulares de hule sobre la cual se apoyan los vehículos.
fusil	Arma de fuego, portátil, destinada al uso de los soldados.	Conjunto de cosas que están colocadas una detrás de otra.
hedor	Olor desagradable y penetrante.	Cuerpo geométrico de seis caras.
horror	Sentimiento de repulsión que causa algo feo, malo, cruel o mortal.	Carne sin grasa y sin hueso que suele comerse en tacos.
jaqueca	Dolor intenso de cabeza acompañado de trastornos visuales.	Ejemplo o modelo que se ha de imitar.
ladrón	Persona que roba.	Extensión de algo.
lástima	Sentimiento de compasión, piedad o tristeza moderadas que provoca alguien.	Pieza de tela ligera que se pone sobre la cama.
lepra	Enfermedad infecciosa, crónica, que es producida por el <i>Mycobacterium leprae</i> .	Animal macho que se destina a la reproducción de su especie.
lesión	Daño que causa en alguna parte del cuerpo un golpe o una enfermedad.	Parte redondeada y saliente de algunas cosas, particularmente de varios órganos del cuerpo.
malaria	Enfermedad febril y transmitida al hombre por la picadura de mosquitos.	Calzón muy pequeño que cubre por lo general sólo el pubis.
malicia	Viveza y segunda intención con que actúa alguien.	Metal precioso, de color amarillo brillante, muy maleable.
maníaco	Que padece de alguna manía.	Conjunto de siete días consecutivos.
masacre	Matanza de personas, por lo general indefensas, producida por ataque armado.	Astro secundario sin luz propia que gira alrededor de un planeta.
matanza	Acto de matar a un gran número de personas o de animales.	Planta perteneciente a la familia de las amarilidáceas y al género <i>Agave</i> .

PALABRA NEGATIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
mentira	Afirmación falsa, contraria a la verdad, hecha con la finalidad de engañar a otra persona.	Cualquiera de las variadas especies de hierbas no comestibles que quitan alimento a las plantas cultivadas.
miseria	Pobreza extrema en la que vive alguien.	Acto de cruzar dos cosas entre sí.
multa	Pena en dinero que se impone a quien ha contravenido algún reglamento.	Armazón que rodea a un objeto y sirve para reforzarlo o adornarlo.
pánico	Miedo extremo, que lleva a la pérdida del dominio de uno mismo.	Parte del cuerpo humano que está entre el tórax y la pelvis.
peligro	Circunstancia en la que existe la posibilidad de que suceda algo malo.	Fricción o rozamiento que producen partículas sólidas sobre una superficie, desgastándola.
peste	Enfermedad pandémica que se propaga rápidamente causando gran mortandad.	Cansancio o falta de interés producido por la inactividad.
piojos	Insectos parásitos del ser humano; viven en la cabeza, donde chupan sangre para alimentarse.	Guante acolchonado, de cuero, que usan los beisbolistas para atrapar, recoger o recibir la pelota.
pistola	Arma de fuego de cañón corto, que se dispara con una sola mano.	Material del que están formados los colmillos de los elefantes y los dientes.
pobreza	Situación de las personas en que carecen de lo necesario para vivir.	Actitud de dedicación esforzada y perseverante con la que se hace algo.
prisión	Sanción penal que consiste en privar a alguien de su libertad.	Utensilio provisto de una cuchilla gruesa que sirve para abrir latas.
rapto	Secuestro de personas, con el fin de conseguir un rescate.	Reunión de dos o más personas para tratar algún asunto.
rehén	Persona retenida por alguien para obligar a un tercero a pagar un rescate.	Acumulación de pus en una cavidad formada por la desintegración de los tejidos.
sífilis	Enfermedad venérea infecciosa y contagiosa, causada por el <i>Treponema pallidum</i> .	Traje de vestir masculino que se usa en situaciones formales.
temor	Sentimiento de inquietud y miedo prolongado, causado por la amenaza de un daño posible.	Fruto del almendro, semejante al durazno o a la ciruela, pero de pulpa seca.
tortura	Violencia física o moral a la que se somete a alguien, para obligarlo a aceptar alguna cosa.	Líquido blanco, opaco y muy nutritivo, que producen las mamas de las hembras de los mamíferos.
traidor	Que actúa en contra de alguien con quien supuestamente guarda relaciones de solidaridad.	Cada una de las caras de un poliedro, como las de las piedras preciosas.
trauma	Herida causada por algún accidente o algún ataque violento.	Capacidad para realizar trabajos o para producir un efecto.

PALABRA NEGATIVA	DEFINICIÓN CONGRUENTE	DEFINICIÓN INCONGRUENTE
tumba	Lugar en el que está enterrado un cadáver.	Pata de los animales que tiene uñas curvas.
tumor	Bulto de células transformadas, con crecimiento y multiplicación anormales	Polea que se usa para sacar agua de los pozos.
úlceras	Llaga que aparece en la piel o en alguna membrana mucosa.	Conjunto formado por gran cantidad de estrellas, gas y polvo cósmico.
veneno	Sustancia que puede dañar gravemente o matar a un ser vivo.	Persona que tiene como profesión la geografía.
víctima	Persona o animal que sufre algún daño físico o moral.	Prenda de vestir con la que se cubre la cabeza.
viruela	Enfermedad contagiosa que se caracteriza por la erupción en la piel de muchos granos de pus.	Rama de la física que estudia la naturaleza, la producción, la propagación, la recepción del sonido.

ANEXO F

		N	Media	Desviación típica
Valencia	Positiv a	60	7.5052	.43661
	Neutral	60	4.9323	.24993
	Negativ a	60	1.7358	.23481
	Total	180	4.7244	2.38786
Frecuencia	Positiv a	60	24.2842	19.56300
	Neutral	60	20.9123	21.04047
	Negativ a	60	20.3488	20.84678
	Total	180	21.8484	20.45345
Número de letras	Positiv a	60	6.17	.806
	Neutral	60	6.00	.803
	Negativ a	60	6.20	.819
	Total	180	6.12	.810
Número de sílabas	Positiv a	60	2.73	.607
	Neutral	59	2.61	.558
	Negativ a	60	2.63	.610
	Total	179	2.66	.591
Número de palabras definición congruente	Positiv a	60	10.47	3.510
	Neutral	60	11.28	2.464
	Negativ a	60	10.70	3.206
	Total	180	10.82	3.093
Número de palabras definición incongruente	Positiv a	60	10.40	3.614
	Neutral	60	11.17	2.526
	Negativ a	60	10.68	3.223
	Total	180	10.75	3.151

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Valencia	Inter-grupos	1002.446	2	501.223	4878.329	.000
	Intra-grupos	18.186	177	.103		
	Total	1020.632	179			
Frecuencia	Inter-grupos	543.473	2	271.736	.647	.525
	Intra-grupos	74340.029	177	420.000		
	Total	74883.502	179			
Número de letras	Inter-grupos	1.378	2	.689	1.052	.351
	Intra-grupos	115.933	177	.655		
	Total	117.311	179			
Número de sílabas	Inter-grupos	.512	2	.256	.730	.483
	Intra-grupos	61.701	176	.351		
	Total	62.212	178			
# de palabras definición congruente	Inter-grupos	21.233	2	10.617	1.111	.332
	Intra-grupos	1691.717	177	9.558		
	Total	1712.950	179			
# de palabras definición incongruente	Inter-grupos	18.033	2	9.017	.907	.406
	Intra-grupos	1759.717	177	9.942		
	Total	1777.750	179			

Comparaciones múltiples

Games-Howell

Variable dependiente	(I) 1positivas, 2 neutras, 3 negativas	(J) 1positivas, 2 neutras, 3 negativas	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Valencia	Positiva	Neutral	2.5728*	.06495	.000
		Negativa	5.7693*	.06400	.000
	Neutral	Positiva	-2.5728*	.06495	.000
		Negativa	3.1965*	.04427	.000
	Negativa	Positiva	-5.7693*	.06400	.000
		Neutral	-3.1965*	.04427	.000