



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Sociales
Escuela de Postgrado
Programa de Doctorado en Psicología

Correlato corporal del procesamiento semántico: N400, actividad periférica y muscular automática

Tesis para la obtención del grado de doctor en Psicología

Doctorante: PEDRO DÍAZ CARTES
Profesor tutor: MARIO LABORDA
Profesor cotutor: CARLOS CORNEJO (PUC)

Campus Gomez Millas, Santiago, Agosto 2015

Índice

Resumen	4
1. Marco Teórico	5
1.1. Introducción: Embodied Cognition y symbol grounding	5
1.2. N400 y procesamiento semántico.	6
1.2.1. Sistema semántico múltiple o común.....	7
1.2.2. N400: Gestualidad, contexto social y conducta.....	9
1.2.3. N400 y emoción.....	10
1.3. Activaciones corporales y Teoría bifásica de las emociones.....	12
1.4. Procesamiento semántico y activaciones corporales	13
2. Planteamiento de hipótesis	16
2.1. Justificación general	16
2.2. Relevancia del control de la variable “carga emocional de los estímulos”	18
2.3. Justificación de la metodología elegida	19
2.4. Hipótesis propuestas	20
3. Método.....	22
3.1. Proceso de elaboración de estímulos	22
3.2. Carga emocional en las palabras objetivo: Estudio previo	23
3.2.1. Sujetos.....	23
3.2.2. Instrumentos	24
3.2.3. Procedimiento.	25
3.2.4. Análisis y resultados	27
3.2.5. Conclusión	36
4. Experimento principal	37
4.1. Estímulos	37
4.2. Muestra	38
4.3. Instrumentos.....	39

4.4. Procedimiento	40
5. Análisis	42
5.1. Procesamiento de señales.....	42
5.1.1. Actividad muscular facial automática	42
5.1.2. Actividad periférica	45
5.1.3. N400	47
5.2. Análisis estadístico	47
6. Resultados.....	48
6.1. Músculo corrugator supercilii y cigomático mayor.....	48
6.2. Actividad de conductancia eléctrica de la piel.....	50
6.3. N400.....	52
6.4. Correlación.....	54
7. Discusión	57
8. Conclusión.....	64
9. Anexos.....	66
9.1. Anexo 1.....	67
9.2. Anexo 2.....	69
9.3. Anexo 3.....	71
9.4. Anexo 4.....	72
9.5. Anexo 5.....	79
9.6. Anexo 6.....	80
9.7. Anexo 7.....	81
9.8. Anexo 8.....	83
9.9. Anexo 9.....	85
9.10. Anexos	89
10. Bibliografía:	90

Resumen

En cuanto al análisis del procesamiento semántico en Ciencias Cognitivas, existe un conjunto de hipótesis denominada *symbol grounding* que plantea que símbolos y conceptos en la mente emergen de acciones y capacidades sensoriomotrices, perceptuales y emocionales. Siguiendo esta idea en la presente tesis se utilizaron frases con un final coherente e incoherente respecto a su contexto, enmarcadas en el procesamiento de violación de expectativas semánticas y su potencial electroencefalográfico asociado – N400 – y se verificó si generaban activaciones corporales periféricas – conductancia eléctrica de la piel – o musculares faciales automáticas – *cigomático mayor* y *corrugator supercilii* – buscando a su vez establecer si estas activaciones pueden ser consideradas como emocionales en las dimensiones aversivo – apetitivo o intenso – relajado de la teoría bifásica de las emociones. Los resultados muestran una mayor actividad ante frases con un final incoherente en el músculo *corrugator supercilii* y *cigomático mayor* desde los 500 y 600 ms. respectivamente, y en la conductancia eléctrica de la piel entre los 0 y 5 segundos, lo que configura una reacción emocional de tipo aversiva e intensa.

Palabras clave: Procesamiento semántico, N400, Cigomático, Corrugator, conductancia eléctrica de la piel, *symbol grounding*.

1. Marco Teórico

1.1. Introducción: Embodied Cognition y symbol grounding

Inspirada en la hipótesis de *Embodied Cognition* (Clark, 1997; Varela Thompson y Rosh, 1993; Cosmelli y Thompson, 2007; Varela, 1979; para un resumen general, véase Anderson, 2003; para revisar críticas, Wilson, 2002), en Ciencias Cognitivas ha surgido la idea de que el procesamiento semántico de símbolos y conceptos en la mente es influenciado directamente por la interacción del cuerpo con el mundo, y por lo tanto tienen una estrecha relación con las acciones y las capacidades sensoriomotrices, perceptuales y emocionales de los seres humanos (Pecher y Zwaan, 2005; Zwaan & Madden, 2005). A este conjunto de hipótesis les denominaremos *embodied symbol grounding*, para diferenciarla de otras propuestas sobre el mismo tema ligadas al *conexionismo* (Harnad, 1990)

Existen en la literatura varias investigaciones que argumentan a favor de lo anterior. Prinz (2005) analiza conceptos morales como “bueno y malo” en términos metafóricos, arguyendo que están anclados en emociones que implican percepciones acerca de los propios estados corporales. Borghi (2005) y Carlson y Kenny, (2005), plantean que más que para recolectar símbolos abstractos y almacenarlos en la memoria, los conceptos están hechos para la acción, puesto que están anclados en patrones motores que le permiten al organismo interactuar con el mundo físico y comprender un espacio tridimensional. Lo anterior viene respaldado por un conjunto de investigaciones en lingüística, en donde se aprecia que el procesamiento de conceptos tiene una estrecha relación con representaciones perceptuales y motoras al comprender el lenguaje y al recuperar conceptos desde la memoria (Glenberg & Kaschak, 2002; Pecher, Zeelenberg, & Barsalou, 2003). Incluso, se ha aplicado estos principios a conceptos abstractos como “tiempo”, el cual puede ser conceptualizado como un “movimiento en el espacio”, “ira” como una “explosión”, o “infinito”, como un movimiento constante del cual no se le conoce término. Todo lo anterior, como se ve, implicaría la utilización de *metáforas conceptuales* basadas en

experiencias motrices y sensoriales (Lakoff y Nuñez, 2000; Lakoff y Johnson, 1999; Lakoff, 1993).

Sin embargo, no se han encontrado investigaciones que intenten verificar si efectivamente existe una activación corporal asociada al procesamiento semántico que sea “on line”, en el sentido de Wilson (2002); es decir, que ocurra en un tiempo igual o cercano al procesamiento de significado. Por esto se propone utilizar el efecto N400 como indicador de un procesamiento ligado al procesamiento semántico – específicamente a la violación de expectativas semánticas – para corroborar si su aparición se relaciona con alguna activación corporal periférica o muscular automática. Para este fin, en el presente marco teórico caracterizaremos en primer lugar el efecto N400, las teorías que intentan explicarlo, y los contextos y variables que pueden influirlo. Luego, describiremos lo que se sabe acerca de las activaciones corporales que se utilizarán como indicadores en el presente proyecto en el marco de la teoría bifásica de las emociones (Bradley, 2000). Finalmente, analizaremos algunas investigaciones con una propuesta cercana a nuestro proyecto y delimitaremos las hipótesis que pretendemos someter a verificación.

1.2. N400 y procesamiento semántico.

En Neurociencias Cognitivas, el procesamiento semántico ha sido tratado desde la óptica de los potenciales evocados ante eventos (ERP), de los cuales el más prometedor es el N400. Específicamente, este ERP se produce con mayor intensidad en casos de violación de expectativas semánticas, cuando en una oración incluimos como final una palabra descontextualizada respecto a la oración total. Lo anterior genera una negatividad en el Electroencefalograma (EEG) que gira en torno a los 300 y 500, la cual es usualmente mayor en electrodos centrales y parietales (Luck, 2005) y simétrico (Van Petten & Luka, 2006). Cabe agregar que cuando se trata de N400 evocado por estímulos auditivos, existe una tendencia a la lateralización de las mayores amplitudes, pero persiste aún la discusión en torno a si esta lateralización se produce predominantemente en el hemisferio izquierdo o derecho (Van Petten & Luka, 2006). Por último, hay suficiente evidencia de que este

fenómeno surge en el contexto de procesamiento semántico, y no en otro procesamiento, como puede ser el gramatical (Luck, 2005, Kutas & Hillyard, 1983). Por ejemplo, se ha observado que palabras “funcionales” como “a” y “con” generan otros componentes como el N280, en electrodos anteriores izquierdos, estando ausente ante palabras con “contenido”, como nombres y verbos.

Por otro lado, se ha visto el efecto N400 al leer palabras poco usadas, de forma que aparecerá un mayor efecto al leer “monóculo” que al leer “leche” (Luck, 2005). Se ha observado este fenómeno ante el procesamiento de palabras habladas (Perrin & García-Larrea, 2003; Ibáñez, López & Cornejo, 2006), en el contexto de frases o historias cortas (Van Berkum, Zwitserlood, Hagoort, Brown, 2003; Van Berkum, Hagoort, Brown, 1999) o sólo como pares o tríos de palabras; (Titone & Salisbury, 2004), ante imágenes incongruentes con el contexto escrito (Ganis, Kutas & Sereno, 1996), se aprecia un N390 ante objetos incoherentes con un contexto visual dado (Ganis & Kutas, 2003) y ante imágenes que muestran comportamientos humanos cotidianos lógicos vs. incongruentes (Reid & Striano, 2008; Proverbio & Riva, 2009; Cornejo, Simonetti, Ibáñez, Aldunate, Ceric, López, Núñez, 2009). Además, se han observado diferencias en el efecto N400 en cuanto a la variable edad, mostrando ser más lenta y variable con el paso de los años (Kutas & Iragui, 1998).

1.2.1. Sistema semántico múltiple o común

Teóricamente, aún no hay acuerdo respecto a porqué el procesamiento semántico de este tipo de frases genera este fenómeno. Sin embargo, desde la investigación empírica al comparar el procesamiento de palabras – un procesamiento supuestamente más abstracto – versus el procesamiento de imágenes – un procesamiento más perceptual – existen algunas propuestas resumidas en dos hipótesis: la primera dice que el procesamiento de ambas modalidades de estímulos – palabras e imágenes – se da en dos sistemas separados – denominada hipótesis del sistema semántico múltiple – y la segunda dice que el procesamiento de ambas modalidades se produce en sistemas comunes – o hipótesis del

sistema semántico común (Ganis et al., 1996; Federmeier & Kutas, 2001). Según Federmeier y Kutas, la mayoría de la evidencia empírica en mediciones con EEG apoyaría la segunda hipótesis, ya que *funcionalmente* no se reportan diferencias significativas entre los N400 generados por una modalidad u otra – palabra o imagen. Esto los lleva a concluir que el procesamiento de conceptos y de su significado tendría una configuración más *modal* – es decir, conectados de forma directa o indirecta con los estados sensoriomotrices y perceptuales (Barsalou, 1999) – que *amodal* – donde para procesar los conceptos, el cerebro debería “traducir” los estados sensoriales y perceptuales a un sistema nuevo completamente distinto que “reconstruya” o “represente” el significado de forma abstracta (Barsalou, 1999).

Sin embargo, Federmeier y Kutas agregan que existe evidencia en torno a un sistema semántico múltiple, pero sólo desde el punto de vista topológico. Se han encontrado diferencias en la distribución del efecto N400 en la corteza, lo que indicaría que los sistemas neurales para procesar un estímulo predominantemente abstracto – palabra – y uno perceptual – imágenes – están *topológicamente* separados. Esta observación es respaldada por la propuesta de Pulvermüller (1999), quien analiza algunas dinámicas neuronales observadas ante el procesamiento general de palabras a través de técnicas imagenológicas o neurofisiológicas como el fMRI y EEG. Plantea que para el procesamiento de significados, se reclutarían áreas corticales visuales y motoras además de la activación de los conocidos circuitos que relacionan las zonas de Broca y Wernicke, argumento que se ve respaldado en parte por los trabajos con PET de Posner y Raichle (1994; en Purves, 2004).

En resumen, fisiológicamente el efecto N400 es el mismo independiente del lugar de la corteza donde aparezca, pero su localización depende de la modalidad del estímulo, ya sea imagen o palabra.

1.2.2. N400: Gestualidad, contexto social y conducta

Algunos estudios con N400 relacionados con percepción de acciones en un contexto social (Reid & Striano, 2008; Proverbio & Riva, 2009) y gestualidad y metáfora (Cornejo et al. 2009) han encontrado que ante imágenes donde se realizan acciones, ejecutadas por humanos, con un desenlace congruente o incongruente – esquema similar al usado para estudiar N400 con frases o palabras – también aparece un efecto N400. Por ejemplo, Ganis y Kutas, (2003) reportan un efecto cercano a N400 (N390) al presentar en imágenes objetos incoherentes con un contexto también visual – e.g. una imagen de un jugador de fútbol a punto de patear un rollo de papel higiénico en vez de una pelota. Resultados semejantes se aprecian cuando se muestran a los sujetos experimentales escenas en donde una persona se lleva una cuchara vacía a la boca luego de untarla en un plato de comida (Reid & Striano, 2008).

Las observaciones anteriores se relacionan con dos teorías acerca de la evolución del cerebro para generar lenguaje: la primera, plantea que se originó de circuitos que incluyen movimiento y percepción visual, encontrando en macacos un área – denominada área F5 – que está encargada de transformar información visual de un objeto en información motora para tomarlo, y que se sitúa en una zona análoga donde en el humano se ubica el área de Broca, (Arbib y Bota, 2003). La segunda explica su evolución a partir de la predominancia de circuitos fonológicos (Aboitiz y García, 2009). Ambas teorías, según los autores, no son mutuamente excluyentes e igualmente implican la integración de información sensoriomotriz. Si tomamos en cuenta esta evidencia y estas teorías, el cerebro realizaría procedimientos semejantes para procesar una oración con un elemento incoherente respecto al total de la frase y para dirimir si una acción es adecuada, en este caso, con su contexto social, lo que deja entrever la posibilidad de que todas estas capacidades – percepción, procesamiento del contexto social, acción y procesamiento semántico – tengan una misma naturaleza.

1.2.3. N400 y emoción

También se ha investigado la influencia de la variable emocional en el efecto N400. Münte, Brack, Grootjans, Wiering, Matzke y Johannes (1998) reportan que se ha visto un efecto análogo al N400 (N350) cuando se pide a los sujetos experimentales que decidan si la expresión emocional de un rostro es igual - estímulo coherente - o distinta - estímulo incoherente - a la de un rostro previo, y resultados semejantes fueron hallados por Debruille, Pineda y Renault (1996). En Chung et al. (1996, en Holt, Lynn, & Kuperberg, 2009) los sujetos, luego de una inducción emocional previa positiva o negativa, leyeron historias cortas y emocionalmente evocativas con una palabra target que era positiva o negativa en cuanto a valencia emocional. Los sujetos inducidos con un estado de ánimo negativo generaron un N400 más negativo ante palabras positivas, y ocurrió lo mismo en la situación contraria. Además, se ha visto que el fenómeno es afectado por los estados de ánimo positivo o neutral, donde un ánimo positivo influiría en un mejor procesamiento de palabras inesperadas (Federmeier, Kirson, Moreno & Kutas, 2001).

Por su parte, Toivonen y Rämä (2009) investigaron los mecanismos detrás de la tarea de procesar la carga emocional de la prosodia de una voz, y a su vez identificar o reconocer de quién es la voz. Los estímulos, elaborados con hablantes nativos fineses, consistían en palabras pronunciadas en un tono de rabia, miedo, felicidad, tristeza y neutral. Primero, se hacía escuchar a los participantes una palabra y se les pedía que recordaran ya sea la voz de la persona que la emitía o la emoción que evocaba. Luego se mostraba dos tipos de estímulos: coherentes o incoherentes con la identidad de la voz o coherentes e incoherentes con la emoción de la prosodia de la voz. En ambos casos se encontró un mayor N400 cuando el segundo estímulo era incoherente, pero hubo diferencias en cuanto a la distribución del efecto: este apareció más pronunciado en el lóbulo frontal más que el parietal cuando se trataba de estímulos incoherentes en cuanto a la identidad de la voz, mientras en la tarea que incluía alguna emoción en la prosodia, los N400 fueron mayores en la zona parietooccipital.

Holt, Lynn, & Kuperberg (2009) plantean en su estudio que la forma en que se articula la comprensión de palabras con significado emocionalmente cargado ha sido poco estudiada. Su estudio se avoca a usar ERP para entender este proceso, tanto cuando se exige atención al contenido emocional, como cuando no. Para esto, se analizó si el contenido emocional de una palabra regula de alguna forma dos ERP: el N400 y la positividad tardía – o “Late positivity” – de la cual se puede decir que aparece cuando existen palabras que violan el contexto precedente sintáctico o temático (P600) (Kuperberg, 2007; Hagoort, 1993; Holt, Lynn, & Kuperberg, 2009). En cuanto al estudio, los sujetos leyeron pares de oraciones donde palabras negativas/positivas/neutras eran precedidas por contextos neutrales y ambiguos. Por ejemplo: “El antiguo novio de Sandra paso a su apartamento hoy. Esta vez traía una *rosa/pistola/carta* con él”. En el primer experimento se pedía a que se atendiera a la valencia emocional de la palabra objetivo mientras en el otro no. La hipótesis es que encontrar una palabra con valencia afectiva – positiva o negativa – siguiendo un contexto neutro - y por lo tanto incongruente – llevará a un N400 aumentado. A pesar de no tener aún resultados definitivos, preliminarmente se plantea que una palabra que es semánticamente plausible - hace sentido – pero afectivamente incongruente con su contexto precedente evoca un mayor N400.

Schirmer y Kotz (2003) analizaron el efecto de estímulos con una prosodia o una semántica emocionalmente cargada. Se usaron 37 verbos positivos, 37 neutros y 37 negativos en alemán, hablados a su vez con una voz femenina en forma positiva, neutra y negativa. Se les pidió a los participantes que centraran su atención en la prosodia y luego en la semántica, y los resultados indican que existirían dos mecanismos para procesar el significado emocional ya sea de la semántica o la emocionalidad de una prosodia. En primer lugar, las palabras que fueron dichas con una prosodia congruente con la semántica produjeron un N400 más pequeño que aquellas donde la prosodia era contraria a la semántica. Interesantemente, cuando se les pidió a los participantes que se concentraran en la prosodia de las palabras más que en el significado de las mismas, el N400 fue más marcado que al pedírseles que se concentraran en la semántica. Sin embargo, todo lo anterior pasó sólo en mujeres, lo que puede significar que en ellas la prosodia es mucho

más relevante que la semántica al procesar el habla. En el caso de los hombres, N400 fue alterado por la prosodia como en el caso de las mujeres, pero también por la semántica cuando se les instruyó que se concentraran en la misma. Además, conductualmente los hombres fallaron más en elegir la valencia emocional correcta ya sea cuando se les pedía concentrarse en la prosodia o la semántica, mientras las mujeres se desempeñaron mucho más rápida y precisamente en esta tarea, mostrándose diferencias altamente significativas en este contexto.

Finalmente, un resultado contrario es el que aporta Sass, Heller, Stewart, Levin, Siltan, Edgar, Fisher & Miller (2010). Ellos analizaron una muestra de personas con altos índices de ansiedad, de los cuales se sabe que presentan un sesgo cognitivo atencional ante los estímulos amenazantes (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007). Se observó en este estudio que los componentes electrofisiológicos tempranos bajo 300 ms. de tipo visual – como N200 y P100 – eran modulados ya sea por estímulos amenazantes como intensos, lo que implica un sesgo ante palabras emocionales con esta valencia. Sin embargo, se pensó que las palabras amenazantes o intensas modularían los ERP sobre 300 ms. - N400 y P300 – pero esto no ocurrió.

En conclusión, la mayoría de los estudios donde se analiza la influencia de la variable “emoción” han encontrado que efectivamente esta variable influye y modula en alguna medida N400. Por lo tanto, desde el punto de vista de la Neurociencia Cognitiva se está viendo que los procesos de tipo emocional penetran este procesamiento de tipo semántico, y sólo permanece la discusión acerca de la potencia con que este fenómeno ocurre.

1.3. Activaciones corporales y Teoría Bifásica de las emociones.

Bradley (2000), en el contexto de una teoría bidimensional de las emociones, plantea que estas pueden ser analizadas de la siguiente forma: respecto a su valencia afectiva, con dos polos, placentero vs. aversivo; y la de arousal o intensidad del estímulo emocional, ya sea alta o baja (Davidson, 2003; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990). Tomando en cuenta esta división, se han reportado dos tipos de reacciones

corporales: Primero, aquellas asociadas a actividad de músculo esquelético facial y por otro lado, actividad del sistema nervioso autónomo o periférico.

Se ha estudiado la relación existente entre activaciones de la musculatura esquelética del rostro con alguno de los dos polos de la teoría bifásica (Bradley, 2000; Davidson, 2003; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990). La literatura menciona que la actividad en el músculo *cigomático mayor*, el cual es parte de los músculos que generan la sonrisa, aumenta ante estímulos placenteros, como también se activa con estímulos displacenteros de forma simultánea con el músculo *corrugator supercilii* – responsable de las expresiones de las cejas – mientras la contracción aislada de este último músculo, aumenta ante estímulos displacenteros, disminuye ante estímulos neutros y se relaja ante estímulos agradables. Respecto a esto, cabe decir que la activación o contracción de músculos del rostro ante estímulos emocionales ha sido descrita como automática, inevitable e inconsciente (Schneider & Shiffrin, 1977; Zajonc, 1980, en Dimberg, Thunberg y Grunedal, 2002; Dimberg, Thunberg y Elmehed, 2000). Por ejemplo, Dimberg, Thunberg y Grunedal (2002) encontraron que aunque se instruya a los sujetos evitar conscientemente realizar cualquier expresión facial, ante un estímulo emocional la contracción de los músculos faciales se produce de igual forma, y cuando se les pide que contraigan la musculatura de forma coherente al estímulo – expresión de rabia = contracción del ceño = contracción del musculo corrugator – la activación muscular es simplemente más potente.

Finalmente, la actividad de conductancia eléctrica de la piel aumenta cuando aumenta la intensidad del estímulo, más que ante una valencia aversiva o apetitiva (Bradley, 2000).

1.4. Procesamiento semántico y activaciones corporales

Algunos estudios, asociados a la hipótesis de symbol grounding muestran que ciertas posturas corporales donde a los sujetos experimentales se les pide que lean una oración emocionalmente cargada con un lápiz en sus dientes – patrón muscular placentero propio de la sonrisa que incluye al músculo zigomático – o en los labios – donde se induciría al sujeto a fruncir el ceño, lo cual incluye al músculo corrugator – pueden influir en los

tiempos de lectura y comprensión de una oración emocionalmente cargada, disminuyendo ambos cuando la postura facial es coherente con el significado emocional de la frase (Havas, Glenberg & Rinck 2007; Glenberg, Havas, Becker, & Rinck, 2005).

Sin embargo, no se encontraron estudios que trataran directamente la relación que proponemos entre N400 y activaciones corporales. Los más cercanos a este objetivo fueron las investigaciones de Bartholow, Fabiani, Gratton y Bettencourt, (2001), y Mitchell (2006). En el primero, se midió otros ERP en conjunto con el N400. El experimento consistió en presentar a los participantes 3 estímulos constituidos por oraciones de 6 palabras cada una donde se describen conductas consistentes con una expectativa social, que violan la expectativa social, irrelevantes respecto a la expectativa social y un estímulo de incoherencia semántica. En los primeros se midió la actividad electrofisiológica cortical con EEG, buscando potenciales relacionados con eventos, y las activaciones periféricas fueron medidas con EMG y electro oculograma (EOG). Se encontró grandes positividads en EMG asociadas con una mayor actividad en el músculo corrugator ante aquellas frases que expresaban una violación de expectativas sociales o un comportamiento negativo, respecto de aquellas situaciones sin violación de expectativas sociales y con un comportamiento positivo. De hecho, la mayor actividad de este músculo se observó ante violación de expectativas y comportamiento negativo en conjunto. En cuanto a los ERP, se observó que existía una diferencia significativa entre las condiciones de violación/consistencia con expectativas sociales y comportamiento negativo/positivo, donde en las condiciones de violación de expectativas y comportamiento negativo, apareció una positividad con un peak entre los 450 y los 650 ms, no observándose en esta condición un N400. Por otro lado, en el caso del estímulo con incoherencia semántica apareció un efecto N400 en el EEG, pero no se profundizó sobre este fenómeno y una posible activación en EMG correlacionada con él, como se observa en la tabla 1. del mismo estudio.

Mitchell (2006), por su parte, reporta que cuando los sujetos procesan los estímulos incongruentes propios de una tarea típica de efecto stroop, sus reacciones conductuales se acompañan de un aumento en conductancia eléctrica de la piel (CEP), indicando aumento

de stress y arousal a nivel del sistema periférico. En su estudio, Mitchell comparó los niveles de CEP en una tarea común de efecto stroop – 40 palabras coloreadas, se les pedía a los participantes decir el color de la fuente con que estaban escritas – con otra tarea que incluía frases habladas, semánticamente positivas o negativas - e.g. positiva: “ella ganó el premio gordo de la lotería” – dichas en prosodia con valencia emocional negativa o positiva, lo que implicó la inclusión de estímulos coherentes – prosodia y significado consistente – e incoherentes - prosodia y significado opuestos. Se les indicaba a los sujetos que primero pusieran atención en el contenido emocional semántico ignorando la información prosódica, y luego se les ordenaba lo contrario.

En cuanto a los resultados, y en línea con los hallazgos de Tulen y colaboradores, en el caso del efecto stroop hubo un aumento en los niveles de CEP cuando existía una inconsistencia entre el color de la palabra y el significado de la palabra. En el caso de los estímulos auditivos, aquellos donde existía incoherencia emocional entre prosodia y significado causaron un aumento en CEP, ya sea cuando se les pidió que se concentraran en el contenido semántico o la prosodia. En cuanto a los estímulos auditivos coherentes, hubo aumento en el CEP cuando se instruía poner atención en la prosodia, pero esta diferencia no tuvo significancia estadística. Además estadísticamente, la diferencia de activación en el CEP entre los estímulos congruentes e incongruentes de la tarea stroop, fue mayor que en la tarea auditiva congruente e incongruente. Finalmente el autor reporta un efecto mínimo en respuesta cardíaca ante coherencia e incoherencia en ambos tipos de tarea – efecto stroop y estímulos coherentes e incoherentes auditivos.

2. Planteamiento de hipótesis

2.1. Justificación general

Tomando en cuenta la información expuesta, tanto teórica como empírica, es que ha surgido la hipótesis que guía el presente proyecto. Desde diversos ámbitos, ya sea la Ciencia Cognitiva, la Neurociencia y la Lingüística, se apunta a que las acciones en el mundo y las capacidades perceptuales, sensoriomotrices y sobre todo emocionales – esta última de interés en la presente investigación – juegan un rol relevante para el procesamiento del significado de palabras y frases. Algunas voces desde la lingüística, reunidas en lo que hemos denominado “*embodied symbol grounding*”, han encontrado que muchos de los significados, incluso los más abstractos, incluyen para su comprensión un fuerte contenido perceptual, sensoriomotriz o emocional (Glenberg & Kaschak, 2002; Pecher et al. 2003; Borghi 2005; Carlson y Kenny, 2005; Prinz, 2005; Lakoff y Nuñez, 2000; Lakoff y Johnson, 1999; Lakoff, 1993). Desde la Neurociencia Cognitiva, la evidencia apunta a que el procesamiento de violaciones de expectativas semánticas se da en un *sistema semántico común*, puesto que al presentar estímulos de naturaleza perceptual o simbólica no hay diferencias en el efecto N400 desde el punto de vista funcional. Además, la comprensión y procesamiento de situaciones sociales genera efectos análogos a N400, por lo que se puede especular que ambos procesos – semántico y de expectativas en cuanto a conductas sociales – estarían íntimamente relacionados (Reid & Striano, 2008; Proverbio & Riva, 2009; Cornejo et al. 2009). Se ha observado que los estímulos emocionales alteran en algunos casos el procesamiento semántico, expresado en una modulación del efecto N400, y que incluso, estímulos emocionalmente cargados, ya sea imágenes de rostros (Münte, et al., 1998), frases dichas con una prosodia emocionalmente cargada o palabras con contenido semántico emocional, generan un efecto semejante al N400 especialmente cuando se presentan en estímulos incoherentes - e.g. prosodia negativa vs. semántica neutra o positiva (Toivonen y Rämä, 2009; Holt et al., 2009; Schirmer & Kotz, 2003). Lo anterior,

corroborar las observaciones de Ganis y colaboradores (1996) y Federmeier & Kutas (2001) quienes plantean que además de ser procesado en un *sistema semántico común*, el efecto N400 es *multimodal*, ya que topológicamente aparece disperso en diversas zonas corticales, lo que se une al antecedente de que las palabras son procesadas por un circuito perisilviano, que recluta áreas corticales sensoriales, motoras o emocionales dependiendo de las características del estímulo (Kandel, Schwartz, & Jessell, 1991; Gazzaniga, Ivry & Mangun, 1998; Pulvermüller, 1999, Purves et al., 2004).

Tomando en cuenta lo anterior, unido a que en el desarrollo del cerebro existe una potente influencia de las activaciones motoras o sensoriales que el individuo tenga durante su vida (Held & Hein, 1963; Thelen, Shöner, Sheier & Smith, 2001), resulta posible que el procesamiento semántico en el humano adulto posea asociada al mismo tiempo – on line – una activación corporal, que no se extingue durante su desarrollo. Esta activación tendría características semejantes a las propuestas por Hebb (1949) y Pulvermüller (1999) para describir su hipótesis de *cell assemblies* a nivel de sistema nervioso central, es decir, que el procesamiento neurobiológico de los fenómenos cognitivos complejos y simples – ya sea imágenes, palabras, e incluso el significado – emerge del funcionamiento sincronizado de grupos de neuronas en áreas diferentes, las cuales forman parte de una unidad funcional *distribuida*. Sin embargo, tomando en cuenta las ideas de la *Embodied Cognition*, hemos decidido ir más allá, planteando la posibilidad de que estas *cell assemblies* no sólo estén constituidas por grupos de neuronas a nivel cortical y subcortical, sino que estén distribuidas a través del cuerpo, y que parte de esta actividad pueda ser registrada midiendo activaciones periféricas o musculares automáticas. Tomando en cuenta este contexto, nos sumamos a la postura que plantea Thelen y colaboradores (2001), según los cuales los mecanismos para constituir el sistema cognitivo humano durante el desarrollo están determinados por fuertes interacciones de centros corticales y subcorticales con impulsos aferentes y eferentes provenientes del cuerpo, que no tendrían por qué extinguirse durante el procesamiento de estímulos de todo tipo durante la vida adulta para alcanzar un funcionamiento “realmente cognitivo”, es decir, independiente de los inputs perceptuales, conductuales y emocionales. Es por esto que preliminarmente la hipótesis que guía este

estudio plantea que existe una correlación entre el procesamiento de violación de expectativas semánticas, medido con N400, y ciertas activaciones musculares faciales, medidas con Electromiograma, y periféricas, medidas con conductancia eléctrica de la piel.

2.2. Relevancia del control de la variable “carga emocional de los estímulos”

En los pocos estudios donde se buscaba una reacción corporal de tipo emocional, como Mitchell (2006) y Bartholow y cols. (2001), no se reporta si se ha controlado de alguna forma la carga emocional de los estímulos, específicamente en las palabras usadas en los mismos. Por ejemplo, en el estudio de Mitchell (2006) que encontró un aumento de CEP ante los estímulos incoherentes del efecto Stroop, no hubo ningún procedimiento formal de control de una posible carga emocional – se puede pensar que ciertos colores, como el rojo o el azul, tienen alguna carga emotiva en torno a activación y relajación, respectivamente – y existiese esta o no, su influencia no fue medida. Lo mismo ocurre con la actividad del músculo corrugador en el caso del estudio de Bartholow y colaboradores, hallazgo asociado a activación emocional con valencia negativa. Ante esto, surge la siguiente pregunta: ¿El aumento del CEP – fenómeno asociado a aumento de arousal emocional – o de la actividad del músculo corrugador, son producto del procesamiento semántico o de una posible carga emocional de las palabras que componen los estímulos?

Tomando en cuenta esto, en nuestra propuesta consideramos relevante controlar de alguna forma la variable “carga emocional de las palabras objetivo” por tres razones: primero, queremos verificar si el efecto N400 por sí sólo posee asociada una activación corporal significativa, de la naturaleza que sea. En segundo lugar, queremos asegurarnos de que si existe esta activación, es producto del procesamiento semántico aislado y no por la carga emocional preestablecida de las palabras objetivo. Y en tercer lugar, queremos aportar a la discusión averiguando si esta actividad corporal asociada a N400 y a procesamiento semántico - si es que existe – se asemeja a alguna activación emocional apetitiva – aversiva, o intensa – relajada de la teoría bifásica de las emociones, patrones de

activación en torno a los cuales existiría vasta evidencia (Davidson, 2003; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990; Bradley, 2000).

2.3. Justificación de la metodología elegida

Otro aspecto relevante, emana de los estudios revisados, especialmente el de Glenberg y colaboradores (2005). En ellos se ha usado una preactivación emocional – ya sea con rostros expresivos, historias emocionalmente cargadas o contracción automática de músculos faciales asociadas a agrado y desagrado – como variable *independiente*. Como hemos mostrado, se ha visto que algunas de estas pre activaciones modulan N400 en mayor o menor grado, lo que es indicio de que el procesamiento semántico es penetrado por procesamientos de tipo emocional y conductual e incluso afecta el tiempo de lectura y de comprensión.

Sin embargo, hemos decidido en este caso usar como *variable independiente* el “procesamiento de violaciones a expectativas semánticas” y como *variable dependiente* alguna reacción corporal asociada, ya sea periférica o automática muscular. Lo anterior, por varias razones: la primera, explicada en el apartado anterior, queremos aislar la variable “procesamiento de violaciones a expectativas semánticas” de cualquier carga semántica emocional de los estímulos. En segundo lugar, tal como lo hizo Glenberg, si bien es posible manipular activaciones del músculo esquelético facial asociadas a emociones para ver su efecto en cualquier variable, ya sea el tiempo de lectura, de comprensión, o en nuestro caso el efecto N400, resulta complicado manipular como variable independiente actividades del SNA como la conductancia eléctrica de la piel. Con el setting que hemos elegido, estas variables pueden ser al menos medidas. En tercer lugar, lo anterior es crucial pues no medir de alguna forma la conductancia eléctrica de la piel dejaría fuera la posibilidad de tener un registro de una de las dos dimensiones de la teoría bifásica de las emociones, que es el nivel de intensidad del estímulo (Bradley, 2000). Cuarto, creemos que los estudios analizados son insuficientes para aclarar si existe la relación propuesta en nuestra hipótesis, lo que la hace aún más interesante y relevante. Por ejemplo, se puede analizar el estudio de Glenberg

et cols., quienes utilizaron patrones emocionales musculares como la contracción del músculo corrugator o cigomático. Sin embargo, su esquema experimental consistió en analizar su efecto sobre el tiempo de lectura y comprensión, variables que se alejan de aquella que nos interesa. Creemos que nuestro estudio ayudará a llenar este vacío y permitirá tener argumentos sólidos para utilizar el esquema experimental de Glenberg y colaboradores en investigaciones posteriores y verificar si estos patrones musculares modulan, en nuestro caso, N400.

En resumen, el ánimo de esta investigación es encontrar las reacciones periféricas y musculares automáticas que emergen ante un procesamiento semántico y delimitar sus características, siguiendo esquemas teóricos como los expuestos por Pulvermüller (1999) y Hebb (1949) y en la lógica de buscar evidencia que indique que este procesamiento recluta información “on line” y distribuida *en el cuerpo*. Otros settings experimentales que usan como variable independiente la manipulación emocional previa están dando luces sólo de que esta activación influye o modifica el efecto N400, pero poco dicen acerca de si el procesamiento semántico asociado a este ERP recluta la información corporal en una situación “on line”.

2.4. Hipótesis propuestas

Por lo tanto, como hipótesis general podemos enunciar que existe una relación entre procesamiento de violaciones a expectativas semánticas y activaciones corporales automáticas – músculos faciales – y periféricas (CEP), ante estímulos sin carga emocional o con una carga emocional mínima. Sin embargo, es posible a la luz de los estudios de Mitchell (2006), Tulen et al. (1989, en Mitchell, 2006) y Bartolow et al. (2001), plantear dos hipótesis direccionales respecto al tipo de relación que existiría entre el procesamiento semántico y las reacciones corporales.

Primero, tomando en cuenta a Mitchell y a Tulen y colaboradores con sus hallazgos con estímulos donde se utilizaban frases incoherentes en cuanto a prosodia y semántica y tareas incoherentes de efecto stroop – significado distinto al color de la fuente con que está escrita

– es posible aventurar que *ante el procesamiento de violaciones a expectativas semánticas, encontraremos un aumento de la conductancia eléctrica de la piel (CEP)*, lo que refleja la presencia de un proceso emocional de aumento de arousal o intensidad emocional, en el contexto de la teoría bifásica de las emociones (Bradley, 2000).

En segundo lugar, siguiendo a Bartholow y colaboradores, quienes a pesar que no reportan un N400 ante frases que reflejaban violación de expectativas sociales o un comportamiento negativo, si encontraron una activación del músculo corrugator ante los mismos estímulos, tomando en cuenta que N400 se asocia comúnmente a *violación de expectativas*, y que se reporta el efecto en estudios donde se usan estímulos relacionados con *violación de expectativas de conducta social* (Reid & Striano, 2008; Proverbio & Riva, 2009; Cornejo et al. 2009), es posible hipotetizar que *ante el procesamiento de violaciones a expectativas semánticas, encontraremos asociado un aumento de la actividad del músculo corrugator supercilii por sí solo*, lo cual está asociado a un procesamiento emocional de valencia aversiva en el contexto de la teoría bifásica de las emociones (Bradley, 2000).

Finalmente, cabe explicar que en un principio se propuso analizar la actividad cardíaca pero tomando en cuenta la bibliografía recolectada se decidió dejar fuera este indicador debido a que en ella se establecía que las activaciones y fenómenos asociados a una valencia negativa o positiva de la teoría bifásica de las emociones en la actividad cardíaca eran mínimas (Bradley, 2000) y a su vez no habían estudios que utilizaran este indicador con variables semejantes a las que trabajamos en esta tesis, a diferencia del músculo corrugator (Bartholow, Fabiani, Gratton, & Bettencour, 2001) y la conductancia eléctrica de la piel (Mitchell, 2006).

3. Método

3.1. Proceso de elaboración de estímulos

En un inicio, se elaboraron 70 oraciones con una frase contexto y sus respectivas palabras finales – a la que denominaremos palabra objetivo o “target” – ya sea coherente o incoherente respecto a la frase precedente. Una lista de las frases generadas en un principio del proceso se presenta en el anexo 1. Tomando en cuenta lo anterior, se obtuvieron 140 palabras target, las cuales se muestran en el anexo 2.

Las palabras target fueron combinadas con otras que denominaremos “con carga emocional”. Parte de este segundo conjunto ya presentó una carga emocional en un estudio de Windmann & Kutas (2001), donde fueron evaluadas por 11 sujetos a través de cuestionarios en una escala de 0 a 6, donde 6 era extremadamente negativas y 0 nada negativas. Estas palabras, más algunas agregadas por parte del investigador, generaron un set de 140 palabras con carga emocional – anexo 3 – que fueron incluidas en nuestro estudio con el objetivo de tener un punto de comparación para decidir si nuestro conjunto de 140 palabras target efectivamente posee una menor carga emotiva.

A continuación, se dividió el conjunto de 140 palabras target – anexo 2 – en 4 tandas: “A” y “B”, cada una con 35 de las palabras elegidas para target coherente, y “C” y “D” cada una con las 35 de las palabras elegidas para target incoherente. A esto se le agregó las palabras con carga emocional de forma que hubiera igual o semejante cantidad de palabras con carga negativa o positiva por cada tanda. Finalmente, con el fin de que fuesen evaluadas para reemplazar palabras que durante el proceso resultaran desechadas y así conservar en lo posible las 70 frases originales, se agregaron 18 palabras target adicionales – 9 coherentes y 9 incoherentes – a las tandas A, B, C y D.

La distribución de las palabras en cada una de las cuatro tandas fue pseudoaleatoria siguiendo las siguientes reglas: a) asignar cada una de las 140 palabras target y las 140 palabras con carga emocional a las 4 tandas de forma aleatoria a través del procedimiento de tómbola; b) procurar que las palabras con carga emocional aparecieran cada 1 a 3

palabras target; c) procurar que las palabras cargadas emocionalmente no aparecieran consecutivamente más de 3 veces para evitar la acumulación de palabras con carga emocional – sólo ocurre esto una vez en donde salen 4 palabras cargadas emocionalmente juntas en el ítem 80 a 83 del “escenario D”. El ordenamiento final para cada tanda se puede observar en el anexo 4, a partir de lo cual se programó el estudio previo con el software Presentation (versión 9.22 beta) para ser sometido a evaluación por parte de la muestra.

3.2. Carga emocional en las palabras objetivo: Estudio previo

El supuesto detrás de este estudio es que el conjunto de 140 palabras target de nuestro interés genera una menor o nula activación emocional comparada con las 140 palabras con carga emocional, en el contexto de la teoría bifásica de las emociones y sus dos dimensiones: valencia y arousal. La variable independiente sería la pertenencia a uno de los grupos de palabras: las palabras target de nuestro interés – a las que denominamos “neutras” – y las palabras con carga emocional positiva o negativa. La variable dependiente – carga emocional de las palabras – fue medida con electromiograma en los músculos corrugador y cigomático para la dimensión de valencia, y con conductancia eléctrica de la piel para la dimensión de arousal.

3.2.1. Sujetos

Como sujetos participaron 10 personas cuyas edades fluctuaron entre los 33 y los 19 años (prom. 26,2), siendo 6 mujeres y 4 hombres, 8 diestros y 2 zurdos con nivel educacional universitario o técnico universitario y sin problemas psicológicos graves dentro de la semana previa al experimento según inventario de síntomas SCL – 90 – R de Derogatis, adaptado a norma latinoamericana en Buenos Aires por Casullo y Pérez, (1999 - 2008) que se muestra en el anexo 9 – los criterios de decisión se muestran en las tablas del anexo 10. Todos los participantes eran chilenos de la ciudad de Santiago y leyeron y firmaron un consentimiento informado que se detalla en el anexo 7. Además, reportaron no

tener problemas mayores de visión. Los detalles de la muestra se observan en la siguiente tabla:

Tabla 1: Características demográficas de la muestra del estudio previo.								
Sujeto Nº	Edad	Sexo ¹	Actividad o profesión	Protocolo aplicado	Fecha exp.	D o Z ²	Niv. Ed.	Puntaje IGS en el SCL – 90 - R ³
1	33	1	Psicólogo	A - C	15/11/13	1	Univers.	0,17
2	27	1	Psicólogo	A - C	20/11/13	1	Univers.	1,07
3	26	0	Psicólogo	A - C	22/11/13	0	Univers.	0,08
4	27	0	Com. Audiovisual	A - C	29/11/13	1	Univers.	0,88
5	19	0	Estudiante Bioquímica	A - C	29/11/13	1	Univers.	0,48
6	24	0	Estudiante Inglés	B - D	05/06/14	1	Univers.	1,13
7	27	0	Ing. sonido	B - D	11/06/14	1	Tec. Univ.	1,04
8	27	0	Psicólogo	B - D	25/06/14	1	Univers.	0,27
9	29	1	Técnico Enfermería	B - D	02/07/14	1	Tec. Univ.	0,87
10	23	1	Estudiante Ed. Física	B - D	09/07/14	0	Univers.	0,85

Cada sujeto fue sometido a la estimulación de 2 tandas, combinando aquellas que tenían palabras “coherentes” y una con palabras “incoherentes”. De esta forma, 5 sujetos fueron estimulados con las tandas A y C, y otros 5 sujetos con las tandas B y D. Lo anterior debido a que la duración de la tarea – 50 minutos aproximadamente – y su monotonía hacían poco práctico e incómodo para el sujeto experimental la estimulación con 4 tandas a cada uno.

3.2.2. Instrumentos

El registro se realizó con el sistema BioSemi Active two, utilizando dos canales bipolares de electromiograma en el músculo *corrugator supercilii* izquierdo, dos canales bipolares de electromiograma en el músculo *cigomático mayor* izquierdo, dos canales bipolares de electrooculograma (EOG), un canal bipolar de referencia en la espalda y un canal de conductancia eléctrica de la piel (CEP) situando ambos electrodos en la falange

¹ 1 = Masculino, 0 = Femenino

² 1 = Diestro, 0 = Zurdo

³ El límite para considerar al paciente con riesgo de problemas psicológicos severos es de puntajes brutos sobre 1,32 para hombres y 1,62 para mujeres.

proximal de los dedos índice y anular de la mano izquierda siguiendo las indicaciones de Dawson, Schell y Fillion (2000). Todas las señales fueron registradas con el máximo muestreo del conversor AD del equipo y luego procesadas offline. En este caso, no se utilizó EEG. Además, tomando en cuenta las recomendaciones de Dawson, Schell, y Fillion (2000) para la medición de CEP se mantuvo la sala con una temperatura que varió entre 22 y 24 °C.

3.2.3. Procedimiento.

Los participantes fueron sentados de forma confortable frente a una pantalla de PC de alta resolución gráfica y una tasa de refresco de 60 Hz, siendo situados a una distancia aproximada de 60 cms de esta. La presentación de los estímulos en la pantalla no excedía los 5 grados centrales de visión binocular siendo presentados fovealmente. Tanto de forma verbal como de forma escrita se proporcionaron las siguientes instrucciones iniciales – escritas en blanco, pantalla en negro, fuente times new roman, tamaño 28 – “En este experimento, usted verá una serie de estímulos hechos de palabras y ejercicios matemáticos. El primer tipo de estímulo será una palabra, que usted deberá leer e intentar comprender. Presione la tecla 1 para mostrar un estímulo de ensayo y fije su mirada en la cruz que aparecerá al centro de la pantalla." A continuación, se proporciona dos estímulos, uno de la tarea de interés, y otro de la tarea distractora.

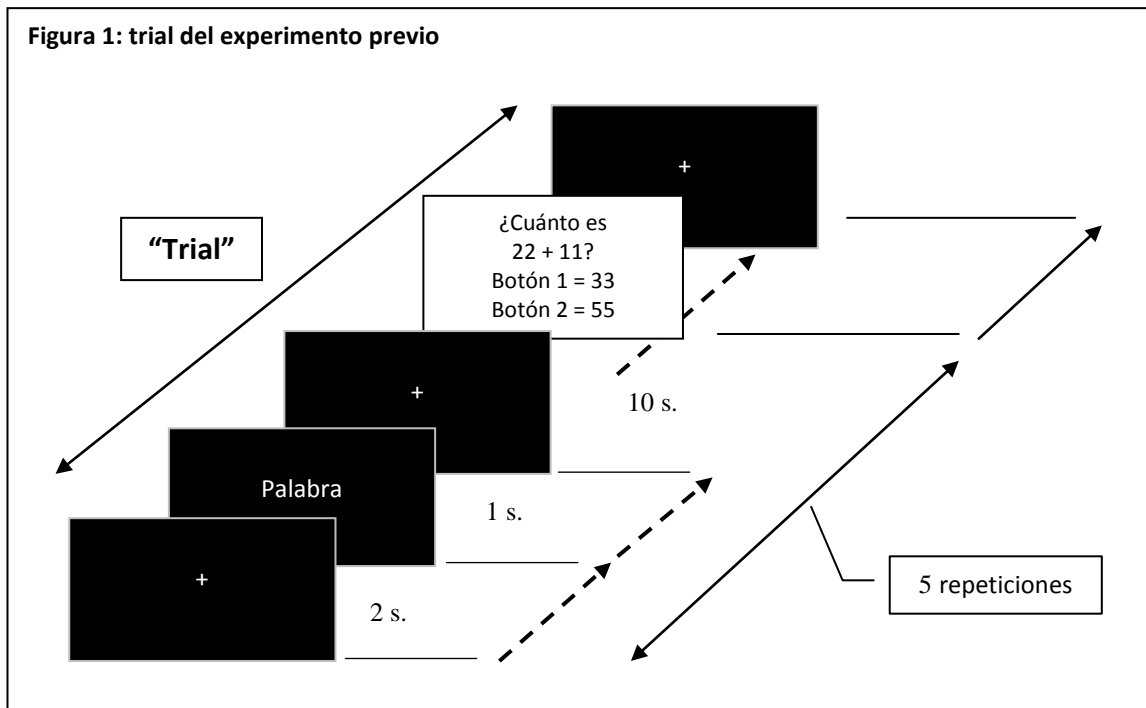
Para comenzar con la etapa del estudio previo en sí, se le indica al sujeto que intente no pestañear mientras aparecen las palabras en la pantalla y que se concentre en la cruz que aparecerá en su centro. Luego de asegurarse que comprende la tarea, se indica lo siguiente tanto escrita como verbalmente: "Si tiene cualquier pregunta, duda o incomodidad, hágasela saber al investigador a cargo. Una vez que esté listo, presione la tecla 1 para comenzar".

Al comenzar, aparecía en pantalla una cruz en el centro durante 2 segundos. Luego aparece la palabra objetivo durante 1 segundo escrita en blanco, pantalla en negro, fuente times new roman, tamaño 28, y en seguida por una nueva cruz como punto de fijación en un periodo de 10 segundos al centro de la pantalla, con el objeto de captar las posibles

reacciones corporales, las cuales tienen un tiempo de aparición en el caso del EMG a partir de los 300 milisegundos según Dimberg et al. (2000) y en conductancia eléctrica de la piel dentro de 9 o 10 segundos según Bradley (2000). Luego de esto, viene una nueva palabra estímulo con las mismas características.

Cada 5 palabras se incluye el estímulo distractor, pensando en que la monotonía de la tarea completa y su duración no influyera en los resultados. Este estímulo consistió en una pantalla con fondo blanco y con letras en negro – fuente times new roman, tamaño 28 – en donde aparecía un problema matemático como el siguiente: ¿Cuánto es $22 + 11$? Botón 1 = 33 Botón 2 = 55". Al responder correcta o incorrectamente, se continuaba con otras 5 palabras más y así sucesivamente.

En resumen, cada tanda – A, B, C y D – contenía 15 trials de 5 palabras con su respectiva tarea distractora. Al finalizar una tanda, se hacía una pausa de 10 minutos para que la persona descansara y en la cual se le consultaba al sujeto sobre su comodidad y sobre cualquier comentario que pudiese ayudar a mejorar la realización de la tarea. Luego de este periodo de descanso partía una nueva tanda, que al terminar, finalizaba el experimento. El siguiente diagrama presenta lo dicho de forma esquemática:



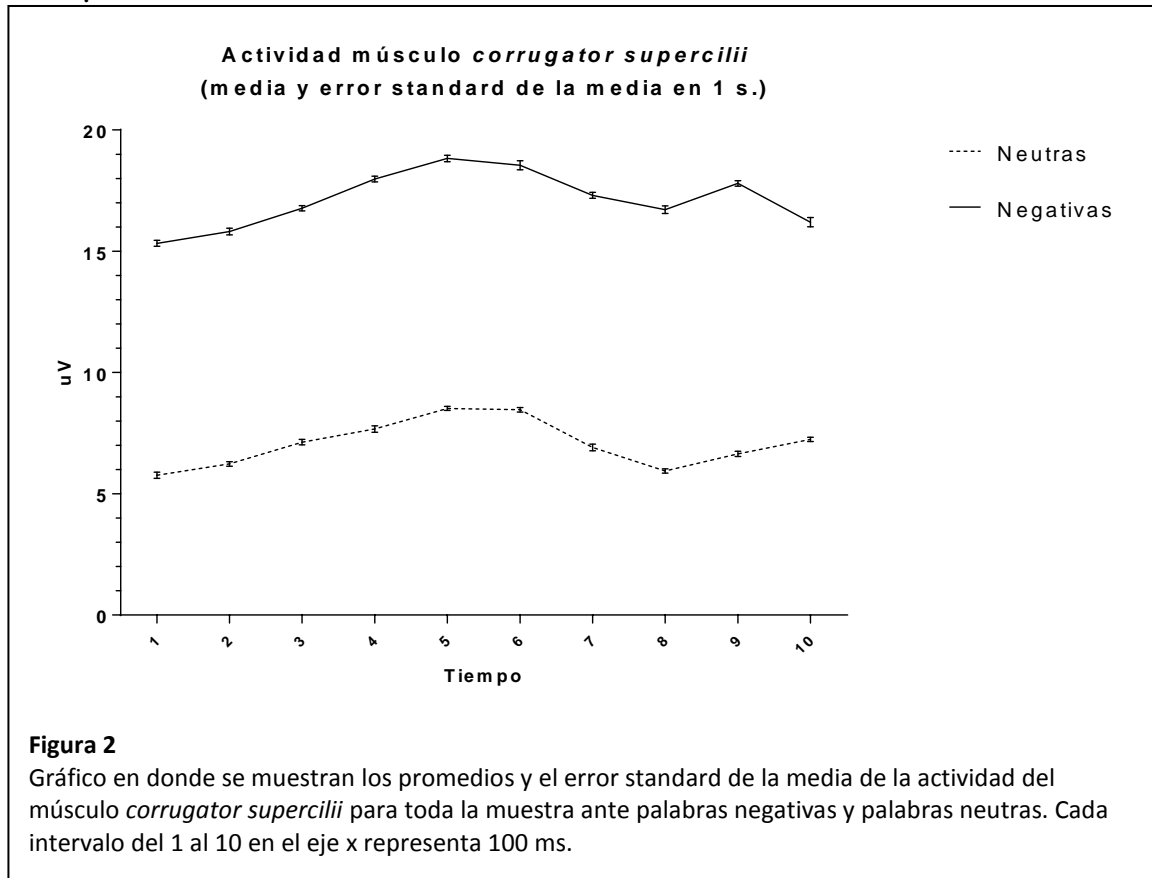
3.2.4. Análisis y resultados

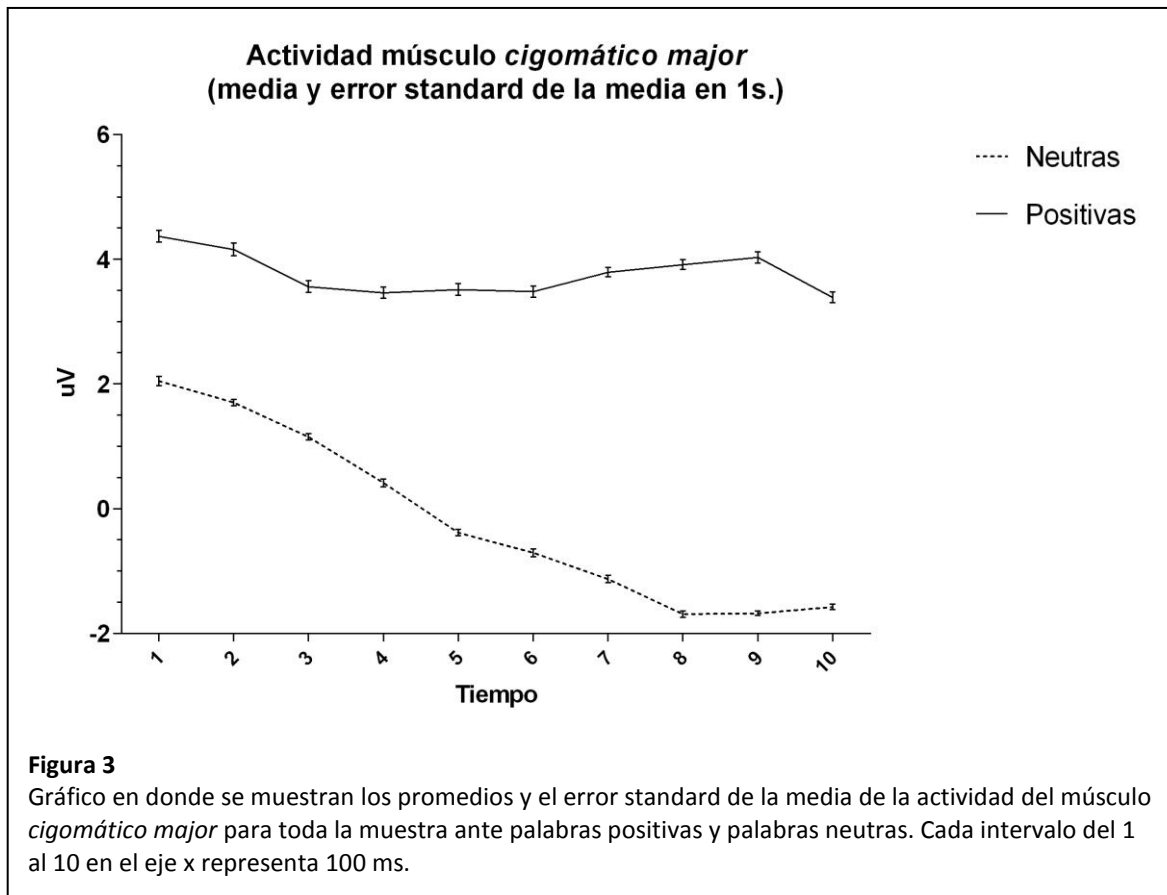
Para realizar el análisis, se hizo un procedimiento previo de limpieza de señales con el programa Matlab versión 7.10.0 (R2010a) y EEGLab versión 9.0.2.2b. En todos los indicadores la tasa de muestreo o “sampling rate” quedó en 512 Hz. En corrugator y cigomático, se dividió la señal bruta en épocas o “epochs” con una ventana temporal de 1 s. post-estímulo y 100 ms pre-estímulo. Se aplicó en el programa EEGLAB la función “automatic epoch rejection” en un nivel límite de 50 Mv para eliminar las épocas que se salieran de rangos útiles para el análisis, tanto en corrugator como en cigomático. Además de esto, debido a la alta incidencia de ruido proveniente de pestañeos y movimientos musculares distintos a los de interés, se realizó un filtrado manual para eliminar las épocas que presentaban mayor cantidad de artefactos en las señales de corrugator y cigomático.

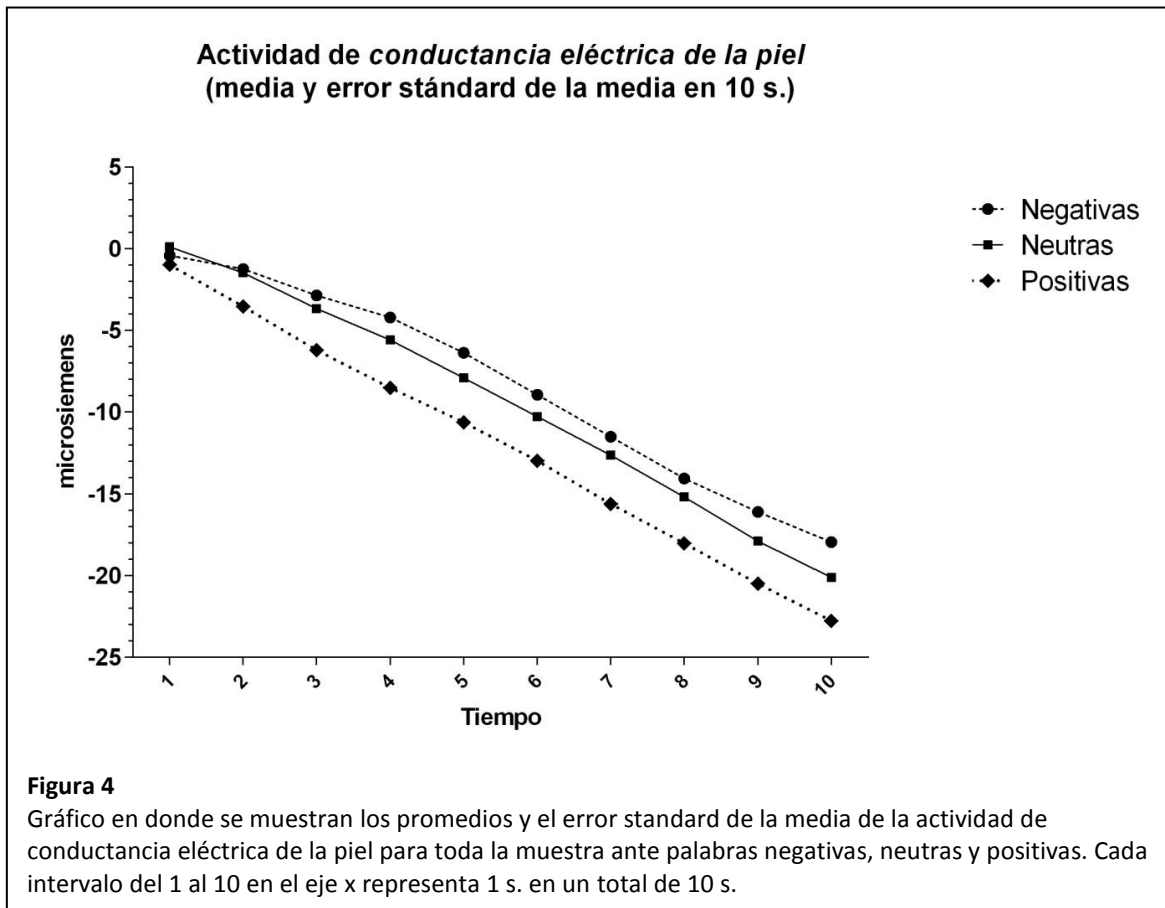
En el caso de la conductancia eléctrica de la piel, se usaron todas las evaluaciones debido a la menor incidencia de artefactos. La ventana temporal post-estímulo fue de 10 s. y 500 ms. pre-estímulo.

A continuación, se promediaron las señales de todos los sujetos por palabra en todos los indicadores, de forma que cada una de estas poseía un promedio intersujetos. Luego, se tomó el mismo y se lo promedió con todas las palabras de nuestro interés o target. Lo mismo se hizo con las palabras con carga emocional, obteniéndose finalmente tres promedios generales: el promedio de las palabras target, al que calificaremos de palabras “neutras”, el promedio de las palabras con carga emocional negativa y el promedio de las palabras con carga emocional positiva. En seguida, y siguiendo las fuentes bibliográficas que indican que el músculo corrugator se activa con estímulos de valencia negativa y el cigomático con estímulos de valencia positiva (Bradley, 2000; Davidson, 2003; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990), se contrastó las palabras target o “neutras” por cada músculo: en el músculo corrugator, se los comparó con las palabras con carga negativa y en el músculo cigomático con las palabras con carga positiva. Lo anterior se muestra en las figuras 2 y 3 en intervalos de 100 milisegundos hasta los 1000 milisegundos.

En cuanto a la conductancia eléctrica de la piel, y también siguiendo lo que indican investigaciones previas que indican que en este indicador reacciona ante la intensidad del estímulo más que ante su valencia negativa o positiva (Bradley, 2000; Davidson, 2003; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990) se comparó las palabras target o neutras con las palabras con carga emocional negativa y positivas. Lo descrito se muestra en los siguientes esquemas:







El análisis se realizó con una ANOVA de medias repetidas de dos factores, en donde dentro de los efectos principales tenemos el factor 1 o “carga emocional de la palabra” con dos condiciones para el músculo *corrugator supercilii*: palabras cargadas negativas y palabras neutras. En el músculo *cigomático mayor*, las condiciones fueron palabras cargadas positivas y palabras neutras. En ambos casos el factor 2 era “intervalos de tiempo”, con 10 intervalos de 100 ms. lo que suma 1 s., y en ambos casos se analizó la interacción carga emocional de la palabra x intervalo de tiempo.

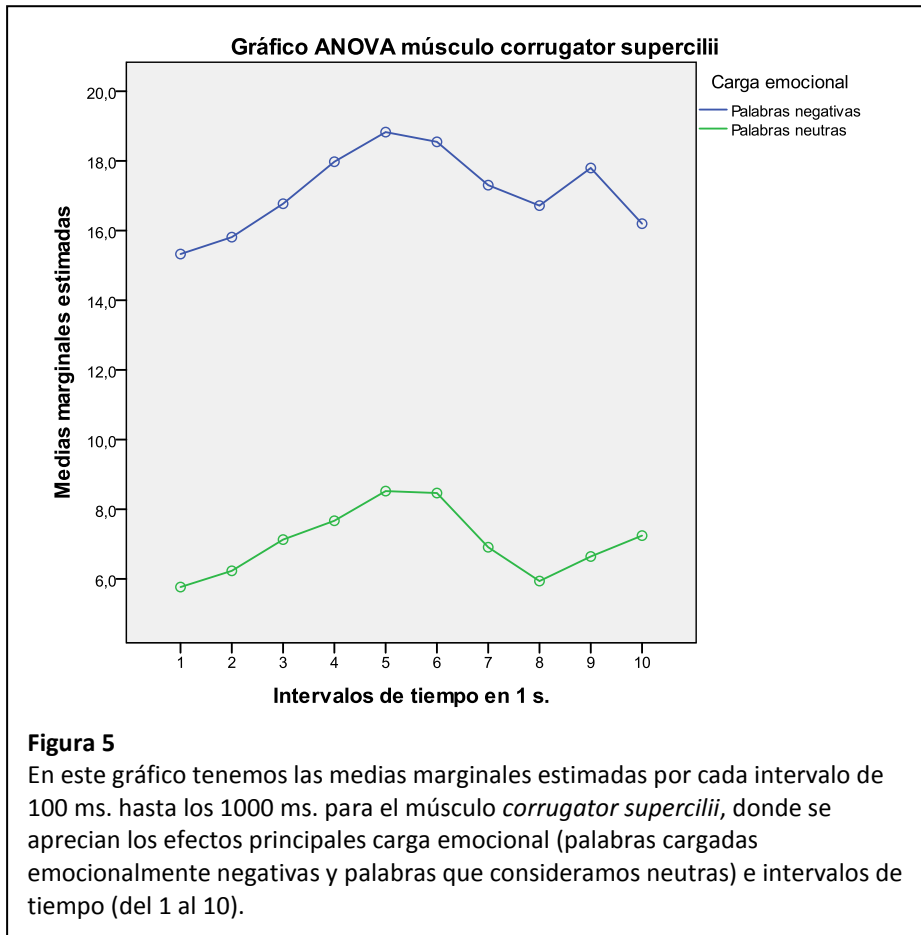
Para conductancia eléctrica de la piel, el factor 1 o “carga emocional de la palabra” contenía esta vez tres condiciones: palabras cargadas negativas, palabras cargadas positivas y palabras neutras. El factor 2 era “intervalos de tiempo”, con 10 intervalos de 1 s. lo que suma 10 s en total, y en ambos casos se analizó la interacción carga emocional de la palabra x intervalo de tiempo. Se aplicó la corrección de Bonferroni para compensar por las múltiples comparaciones y las violaciones de los supuestos de simetría y normalidad en todos los casos descritos.

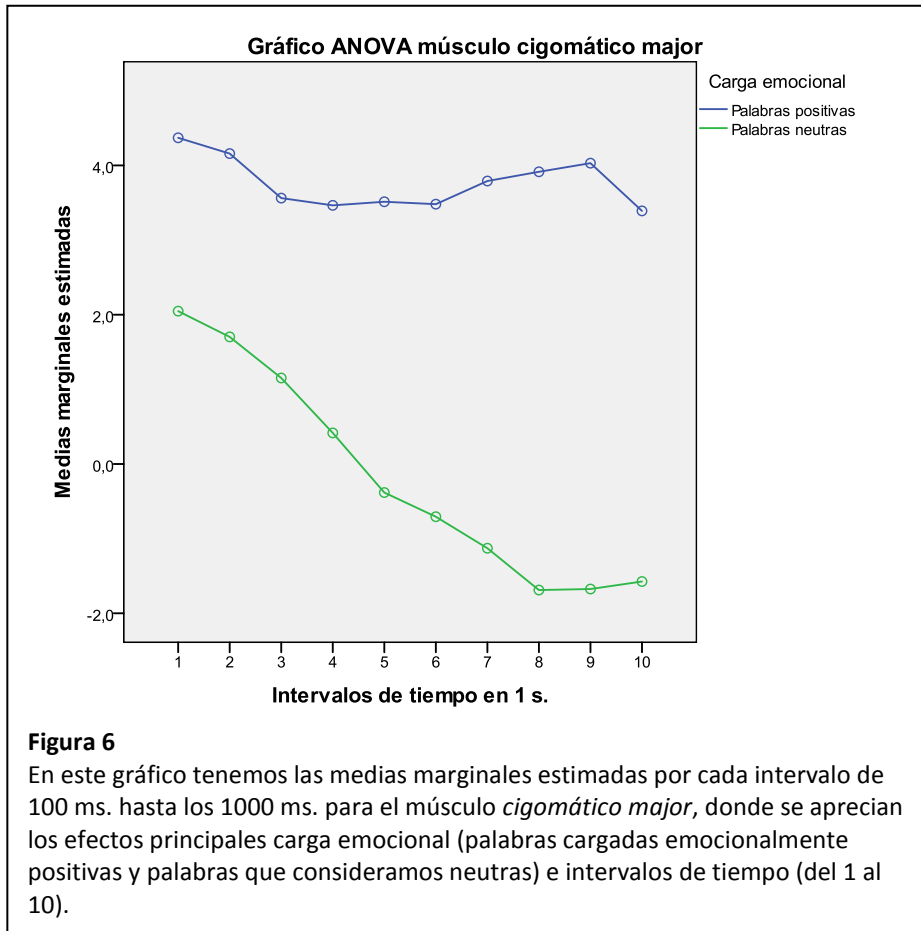
En el músculo *corrugator supercilii*, para el factor “carga emocional de la palabra” se encontraron diferencias significativas con un $F(1,50) = 44084,68$; $p < 0,05$. Para el factor “intervalo de tiempo”, también se encuentran diferencias significativas con un $F(9,450) = 122,359$; $p < 0,05$. En cuanto a la interacción, se encontraron diferencias significativas con un $F(9,450) = 13,848$, $p < 0,05$. Lo anterior significa que en su conjunto las palabras seleccionadas para convertirse en palabras objetivo de nuestras frases estímulo del experimento principal generan efectivamente una menor actividad del músculo *corrugator supercilii* al ser comparadas con palabras con carga negativa, existiendo una diferencia que se mantiene estable desde los primeros ms. entre ambas condiciones, excepto entre los 800 y 900 ms. en donde esta diferencia se ve aumentada.

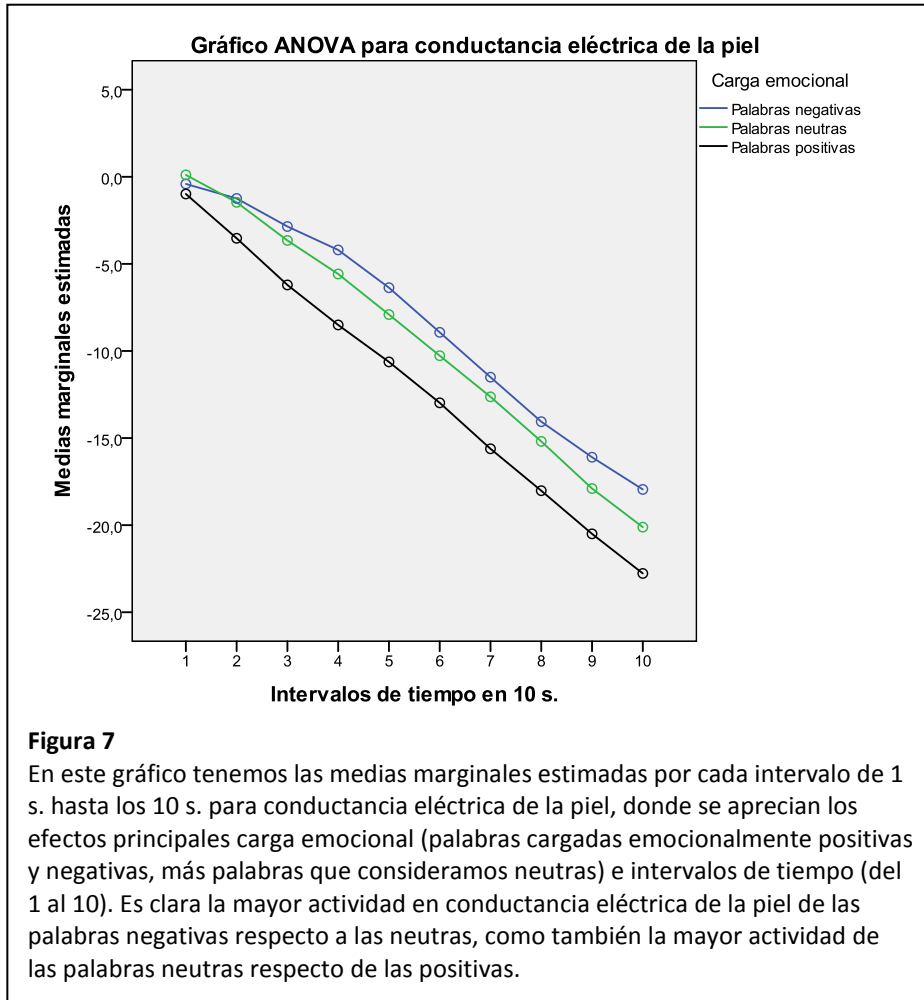
En el caso del músculo *cigomático mayor*, para el factor “carga emocional de la palabra” se encontraron diferencias significativas con un $F(1,50) = 12.280,572$; $p < 0,05$. Para el factor “intervalo de tiempo”, también se encuentran diferencias significativas con un $F(9,450) = 231,376$; $p < 0,05$. En cuanto a la interacción, se encontraron diferencias

significativas con un $F(9,450) = 172,232$; $p < 0,05$. Esto significa que en su conjunto las palabras seleccionadas para convertirse en palabras objetivo de nuestras frases 32 estímulo del experimento principal generan efectivamente una menor actividad del músculo *cigomático mayor* al ser comparadas con palabras con carga positiva, presentándose una diferencia aumentada entre ambas condiciones a partir de los 300 ms.

Finalmente, en la respuesta de *conductancia eléctrica de la piel*, tomando en cuenta que se había observado una mayor activación de este indicador ante estímulos con un arousal más intenso tal como se expone en el marco teórico, para el factor “carga emocional de la palabra” se encontraron diferencias significativas con un $F(1,1022) = 311529,614$; $p < 0,05$. Para el factor “intervalo de tiempo”, también se encuentran diferencias significativas con un $F(9,4599) = 1290766,29$; $p < 0,05$. En cuanto a la interacción, se encontraron diferencias significativas con un $F(18,9198) = 16649,498$; $p < 0,05$. En su conjunto, las palabras seleccionadas para convertirse en palabras objetivo de nuestras frases estímulo generan efectivamente una menor actividad de conductancia eléctrica de la piel cuando se las compara con palabras con carga negativa a partir de los 200 ms. Sin embargo, no ocurre lo mismo con las palabras con carga positiva, las cuales al ser comparadas con las palabras neutras generan una menor conductancia de la piel desde los primeros ms. y esta diferencia aumenta dentro de los primeros 300 ms. para permanecer estable el resto de la medición. Los gráficos incluidos a continuación muestran lo descrito en este apartado.







3.2.5. Conclusión

Tomando en cuenta los resultados, se puede concluir que en general el conjunto de palabras elegido para formar parte de los estímulos como palabras target coherente e incoherente posee una carga emocional menor en comparación con las palabras con carga emocional incluidas como contraste en nuestro estudio, algunas de las cuales ya han sido catalogadas como cargadas emocionalmente a través de cuestionarios realizados por investigadores como Windmann & Kutas (2001). Sin embargo, en la dimensión de arousal – intenso vs. relajado – sólo pudimos encontrar una actividad menor en conductancia eléctrica de la piel al comparar nuestras palabras objetivo con las palabras con carga negativa, pero no con las palabras con carga positiva, que mostraron una menor activación que las palabras neutras.

De todas formas, tomando en cuenta todo el proceso descrito en este apartado, se aprecia que la posibilidad de que el factor carga emocional de las palabras target altere nuestros hallazgos es considerablemente menor.

4. Experimento principal

4.1. Estímulos

Para controlar la variable “frecuencia de uso” de las palabras target se procuró que no hubiera diferencias entre el conjunto de palabras coherente e incoherente, de forma que de aparecer un efecto N400 este se debiese al procesamiento semántico y no a la poca frecuencia de uso de la palabra objetivo. Para esto se utilizó el corpus LIFCACH (Sadowsky & Martínez, 2004), el cual entrega un número de ocurrencias por palabra en español chileno. Con lo anterior, se realizó un test U de Mann Whitney debido a que ambos conjuntos de palabras no poseen una distribución normal según un test previo de Kolmogorov. El resultado al aplicarse la prueba U de Mann Whitney es de $p = 0.071 > \alpha 0.05$, lo cual indica que ambos conjuntos de palabras target coherente e incoherente no poseen diferencias significativas entre sí en cuanto a su frecuencia de aparición en el corpus lingüístico LIFCACH.

Luego de lo expuesto, y tomando en cuenta que algunas palabras objetivo o target coherente e incoherente tuvieron que ser desechadas – se excluyeron 13 palabras target por ya sea porque no pasaron los procedimientos de filtrado y de detección de artefactos automática y manual, o porque al controlar la variable “frecuencia de uso de la palabra”, resultaron ser palabras con pocas apariciones en el Corpus lingüístico o infrecuentes – se lograron conformar 57 estímulos de los 70 iniciales consistentes en frases contexto y palabra target. Las frases contexto incluyeron entre 3 y 6 palabras y las palabras objetivo fueron bisilábicas o trisilábicas tal como se hizo en Ibáñez, López & Cornejo (2006), con la excepción de “cañería” “océano” y “elefante”. Con la meta de que cada sujeto experimental fuese expuesto a una sola versión de cada estímulo – es decir procurar que si el sujeto experimental ve un estímulo con target incoherente no vea la versión coherente del mismo y viceversa – se construyeron con el software Presentation (versión 9.22 beta) dos protocolos del experimento, “Tanda A” y “Tanda B”. Ambas fueron ordenadas de forma pseudoaleatoria siguiendo los siguientes principios: a) las frases, ya sea en su versión coherente o incoherente, fueron asignadas a cada tanda de forma aleatoria a través del

procedimiento de tómbola; b) se evitó que la versión coherente del estímulo saliera más de tres veces seguidas, procurando lo mismo en el caso de las versiones incoherentes. Finalmente, a 11 sujetos de la muestra se los estimuló con la “Tanda A” y a 9 con la “Tanda B”, siendo ambas equivalentes en cuanto a la variable estudiada – procesamiento de violaciones a expectativas semánticas. Una lista de las frases utilizadas en el análisis estadístico final puede observarse en detalle en el anexo 5 y 6.

4.2. Muestra

La muestra incluyó a 20 personas voluntarias entre 18 y 33 años (prom. 22,9), chilenos de la ciudad de Santiago, 10 hombres y 10 mujeres, 18 personas diestras y 2 personas zurdas, todos con nivel educacional universitario excepto un sujeto con nivel educacional secundario. Los participantes reportaron no tener problemas visuales mayores o para leer y resultaron sin riesgos de problemas psicológicos graves dentro de la semana previa al experimento según inventario de síntomas SCL – 90 – R de Derogatis, adaptado a norma latinoamericana en Buenos Aires por Casullo y Pérez, (1999 - 2008) – anexo 9. Los detalles de la muestra se observan en la siguiente tabla:

Sujeto Nº	Edad	Sexo ¹	Actividad o profesión	Protocolo aplicado	Fecha exp.	D o Z ²	Niv. Ed.	Puntaje IGS en el SCL – 90 – R ³
1	24	0	Estudiante Psicología	A	09/01/2015	1	Univers.	0,47
2	21	0	Estudiante Bioquímica	A	23/01/2015	1	Univers.	0,32
3	22	0	Estudiante Psicología	A	05/03/2015	1	Univers.	0,54
4	21	0	Estudiante Psicología	A	10/03/2015	1	Univers.	1,44
5	20	1	Estudiante Psicología	A	13/03/2015	1	Univers.	0,21
6	20	0	Estudiante Psicología	A	17/03/2015	1	Univers.	0,97
7	33	1	Psicólogo	A	19/03/2015	1	Univers.	0,11
8	23	0	Psicóloga	A	24/03/2015	0	Univers.	0,52
9	23	0	Estudiante Derecho	B	26/03/2015	1	Univers.	1,43
10	21	1	Estudiante Psicología	A	09/04/2015	0	Univers.	0,46
11	23	1	Estudiante Psicología	A	09/04/2015	1	Univers.	0,53

12	31	0	Estudiante Psicología	B	14/04/2015	1	Univers.	1
13	25	1	Pedagogía en Ed. Física	B	23/04/2015	1	Univers.	0,75
14	24	1	Estudiante Medicina	B	23/04/2015	1	Univers.	1,01
15	19	1	Estudiante Psicología	B	28/04/2015	1	Univers.	0,3
16	25	1	Estudiante Ing. Sonido	B	30/04/2015	1	Univers.	0,27
17	18	0	Estudiante secundario	B	30/04/2015	1	Secundar.	0,98
19	21	0	Estudiante Psicología	B	22/05/2015	1	Univers.	2,2
20	21	1	Estudiante Psicología	B	25/05/2015	1	Univers.	0,61
21	21	1	Estudiante Psicología	B	02/06/2015	1	Univers	0,66
22	23	0	Estudiante Lit. Inglesa	A	23/06/2015	1	Univers	1,53

¹ 0 = Femenino; 1 = Masculino.

² 0 = Zurdo; 1 = Diestro.

³ El límite para considerar al paciente con riesgo de problemas psicológicos severos es de puntajes brutos sobre 1,32 para hombres y 1,62 para mujeres, es decir sobre un puntaje T de 63.

⁴ Sujeto 19 se excluye de la muestra por mostrar un índice IGS superior a 1,62 según norma para sujetos adultos femeninos mostrada por el SCL – 90 – R de Derogatis, adaptado por Casullo y Perez, 1999 – 2008.

El muestreo fue no probabilístico de sujetos voluntarios. Los sujetos experimentales aceptaron participar en el experimento de forma escrita a través de la firma de un protocolo de consentimiento informado que se muestra en el anexo 8. El diseño experimental fue intrasujetos.

4.3. Instrumentos

El registro de EEG, electromiograma y conductancia eléctrica de la piel se realizó con el sistema BioSemi Active two, utilizando una gorra de 32 electrodos con el sistema internacional 10/20, dos canales bipolares de electromiograma en el músculo *corrugator supercilii* izquierdo, dos canales bipolares de electromiograma en el músculo *cigomático mayor* izquierdo, dos canales bipolares de electrooculograma y un canal bipolar Conductancia eléctrica de la piel situando ambos electrodos en la falange proximal de los dedos índice y anular de la mano izquierda siguiendo las indicaciones de Dawson, Schell y Filion (2000). Todas las señales fueron registradas con el máximo muestreo del conversor AD del equipo y luego procesadas offline. La recolección de datos se realizó con la utilización de EEG y todos los demás indicadores de forma simultánea y continua.

Tomando en cuenta las recomendaciones de Dawson, Schell, y Filion (2000) para la medición de CEP se mantuvo la sala donde se realizó el experimento con una temperatura entre 22 y 24 °C.

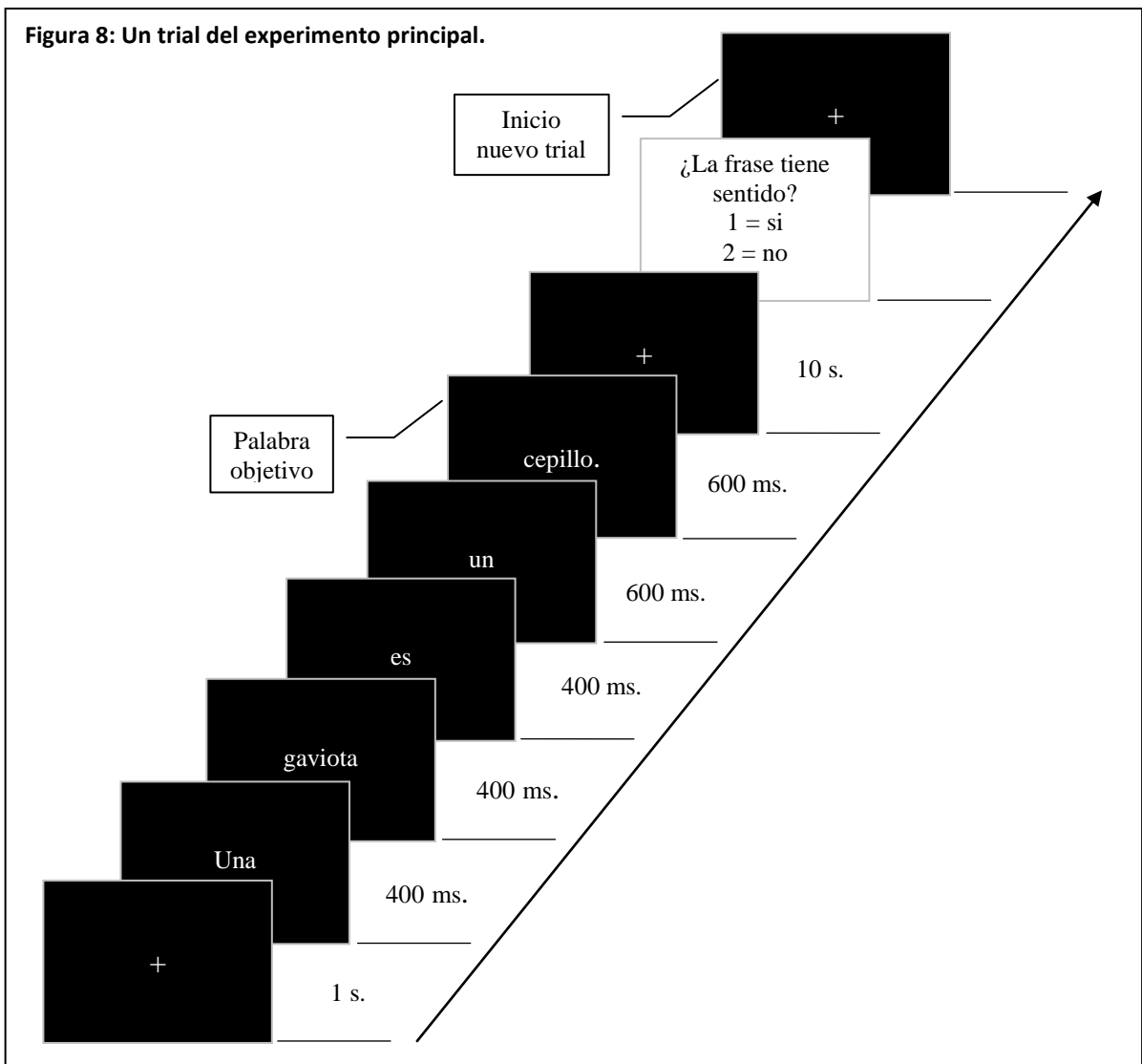
4.4. Procedimiento

Los participantes fueron sentados de forma confortable frente a una pantalla de PC de alta resolución gráfica y una tasa de refresco de 60 Hz, siendo situados a una distancia aproximada de 60 cms de esta. La presentación de los estímulos no excedía los 5 grados centrales de visión binocular y fueron presentados fovealmente.

Una vez instalados los sistemas de medición, y testeada la impedancia de los electrodos, en la pantalla aparecía la siguiente instrucción – escrita en blanco, pantalla en negro, fuente times new roman, tamaño 28 – “A continuación, usted verá una serie de frases, cuyas palabras aparecerán de una en una en el centro de la pantalla. Algunas de estas frases tendrán sentido y otras no, debe estar atento/a a ellas procurando ENTENDER LA FRASE COMPLETA. Una vez que cada frase termine, en la pantalla saldrá una pregunta con dos alternativas. Deberá contestarla con el mouse a su disposición.”. La instrucción es proporcionada también de forma verbal antes de iniciar el procedimiento.

Al inicio de cada trial, en la pantalla frente al sujeto experimental aparecía por 1 segundo una pista visual – cruz de fijación – para indicar el comienzo de la tarea y hacer que el sujeto enfocara su mirada en el centro de la pantalla. Luego de esto aparecía cada palabra de la frase contexto por un tiempo entre 400 y 600 milisegundos – pantalla en negro, fuente times new roman, tamaño 28. La palabra objetivo o target coherente o incoherente aparecía al final de la frase por 600 ms. seguida de un punto final que denota el término de la frase, así como también se procuró que la primera palabra de la frase partiera con una letra mayúscula que indica el inicio de la misma, siguiendo las recomendaciones de autores como Van berkum, Hagoort & Brown (1999) y Van berkum, Zwitterlood, Hagoort & Brown (2003). Una vez presentada la palabra objetivo o “target”, había un periodo en donde permanecía la cruz de fijación al centro de la pantalla por un tiempo de 10 s, con el

objeto de captar las posibles reacciones corporales, las cuales aparecen en el caso del EMG a partir de los 300 ms. según Dimberg et al. (2000) y en GSR dentro de los 9 o 10 según Bradley (2000). Pasada esta ventana temporal, aparecía en la pantalla la pregunta “¿La frase tiene sentido?” – pantalla con fondo blanco y con letras en negro, fuente times new roman, tamaño 28 – ante lo cual el sujeto contestaba “sí” apretando un botón, o “no” apretando otro, siguiendo el esquema de autores como Kutas & Iragui (1998), cuyo único objetivo era mantener la atención del sujeto experimental en torno a la tarea. Todo lo anterior aparece esquematizado en la siguiente figura:



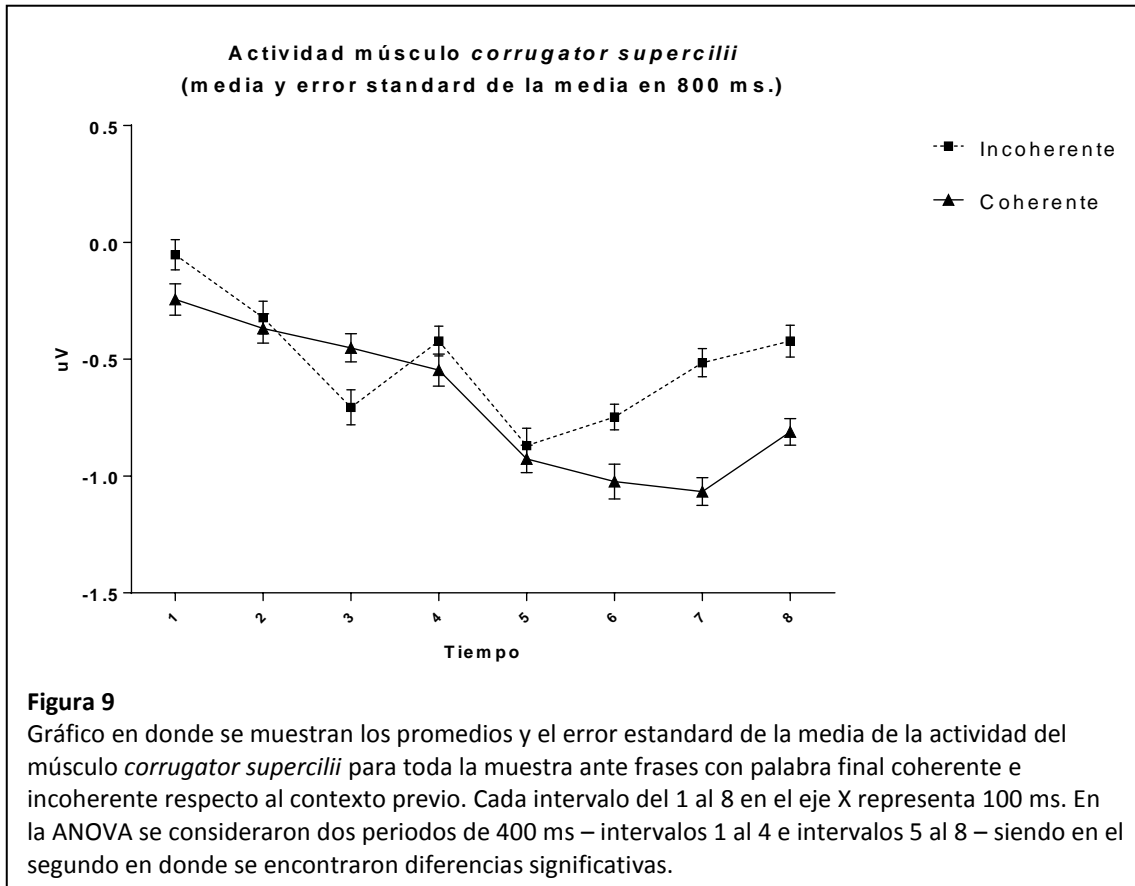
5. Análisis

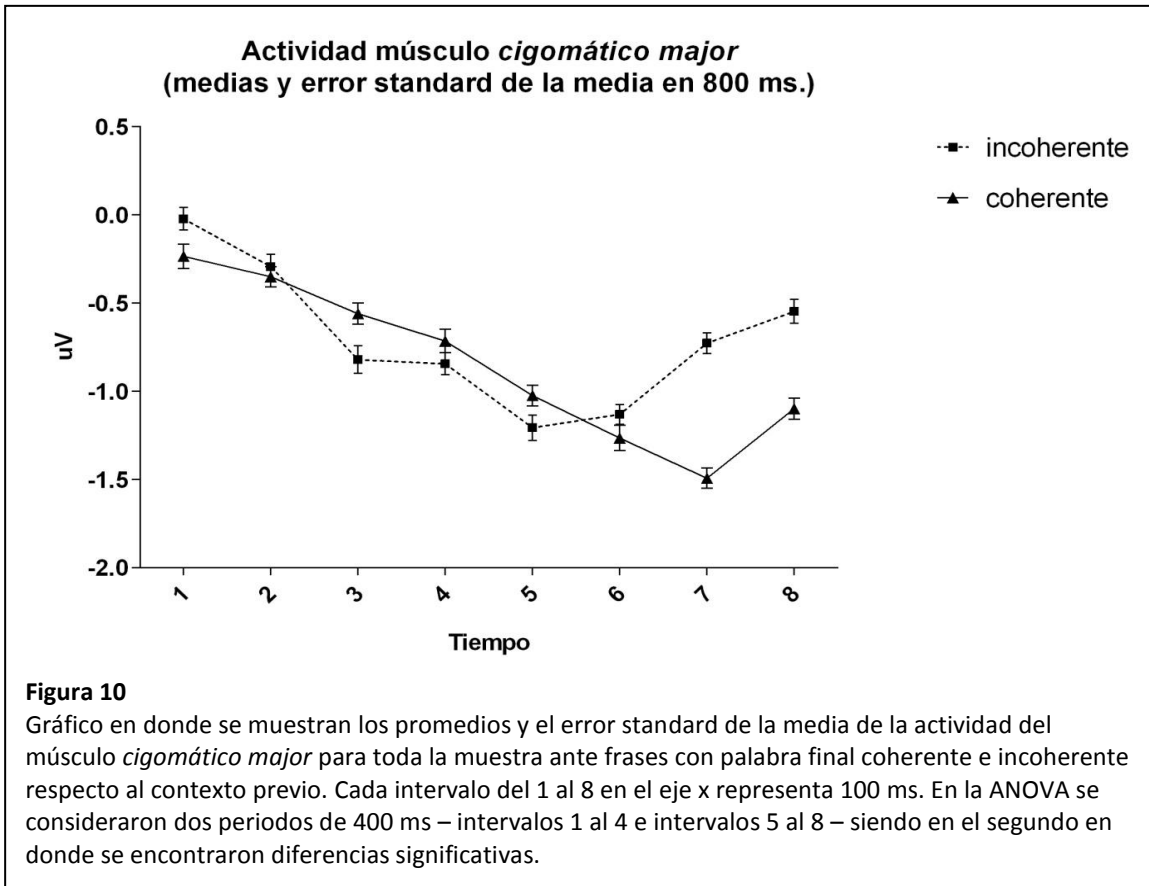
5.1. Procesamiento de señales

5.1.1. Actividad muscular facial automática

En la actividad muscular facial automática se realizó un procedimiento previo de limpieza de señales con el programa Matlab versión 7.10.0 (R2010a) y EEGLab versión 9.0.2.2b. Tanto en los músculos *corrugator supercilii* y *cigomático mayor*, la tasa de muestreo o “sampling rate” quedó en 512 Hz y se removió la línea de base tomando en cuenta los 500 milisegundos previos a la aparición del estímulo. Se dividió la señal bruta en espacios de tiempo o épocas con una ventana temporal de 800 ms. post-estímulo y 500 ms pre-estímulo. Se aplicó en el programa EEGLAB la función “automatic epoch rejection” en un nivel límite de 50 Mv para eliminar las épocas que se salieran de rangos útiles para el análisis, tanto en corrugator como en cigomático. Además de esto, debido a la alta incidencia de ruido proveniente de pestañeos y movimientos musculares distintos a los de interés en las señales de corrugator y cigomático, se realizó un filtrado manual para eliminar las épocas que presentaban mayor cantidad de artefactos.

A continuación, se promediaron las señales de todos los sujetos por cada frase estímulo, de forma que se obtuvo un promedio intersujetos para cada una de las 57 frases ya sea en su versión coherente o incoherente, es decir 57 promedios de los estímulos coherentes y 57 de los incoherentes. Luego, se tomaron estos valores de las frases en su versión coherente y se los promedió, haciendo lo mismo para la versión incoherente. De esta forma se obtuvieron dos promedios generales por cada músculo: uno para las frases con palabra objetivo coherente y otro para las frases con palabra objetivo incoherente. En los siguientes gráficos se puede observar estos valores por músculo cada 100 milisegundos de tiempo hasta los 800 milisegundos.

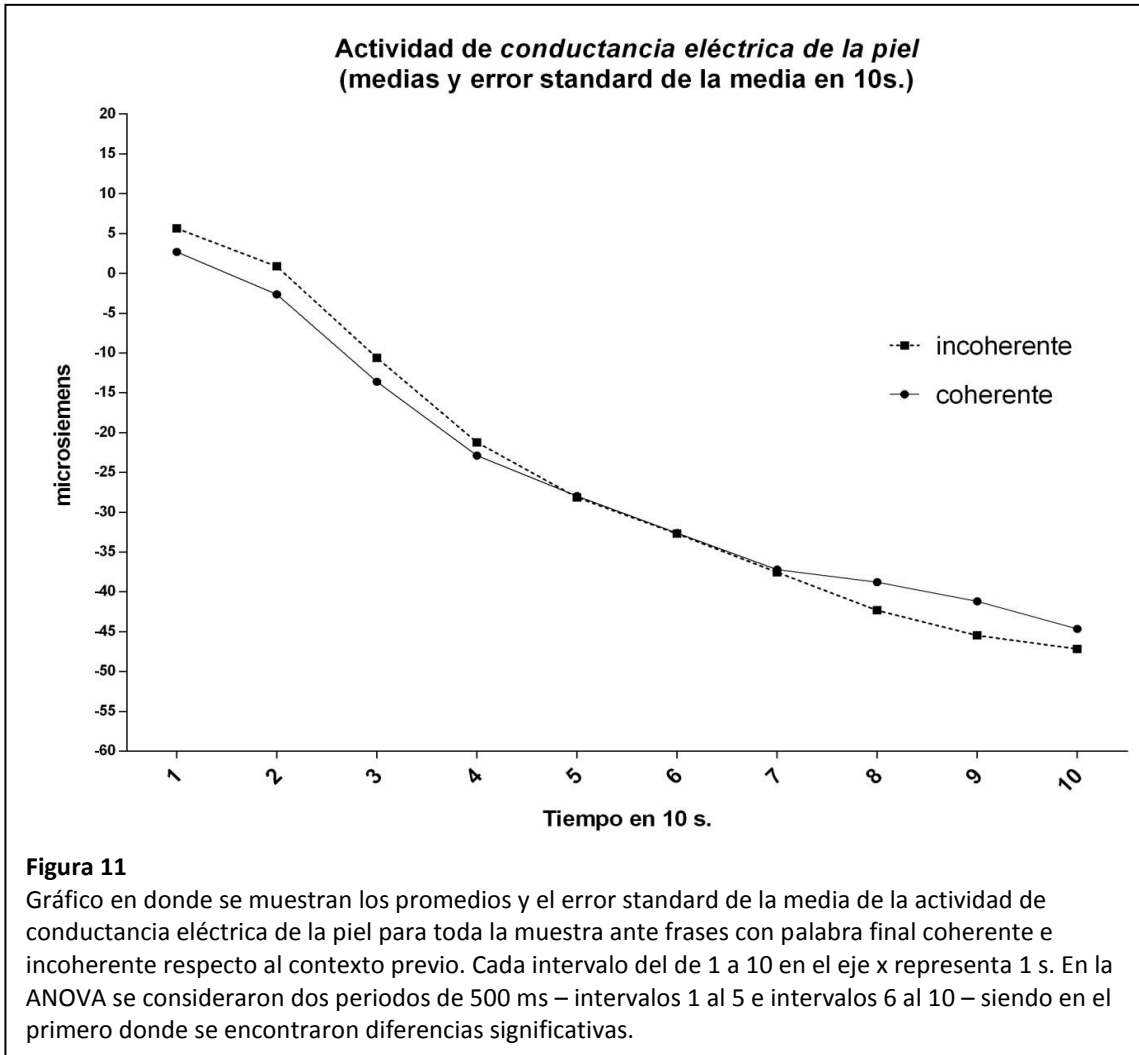




5.1.2. Actividad periférica

En el caso de la conductancia eléctrica de la piel, la tasa de muestreo o “sampling rate” quedó en 512 Hz. y se removió la línea de base tomando en cuenta las señales -500 milisegundos previos a la aparición del estímulo. Se dividió la señal bruta en espacios de tiempo o épocas con una ventana temporal de 9 s. y -500 ms. pre-estimulo. Se aplicó en el programa EEGLAB la función “automatic epoch rejection” en un nivel límite de 50 Mv para eliminar los epochs que se salieran de rangos útiles para el análisis.

Tal como se hizo con los músculos corrugator y cigomático, se promediaron las señales de todos los sujetos por cada frase estímulo, de forma que se obtuvo un promedio intersujetos para cada una de las 114 frases en su versión coherente o incoherente – 57 coherentes y 57 incoherentes. Luego, se tomaron todos estos valores de las frases en su versión coherente y se los promedió, haciendo lo mismo para la versión incoherente. De esta forma se obtuvieron dos promedios generales por cada músculo: uno para las frases con palabra objetivo coherente y otro para las frases con palabra objetivo incoherente. En el siguiente gráfico se puede observar estos valores por cada 1 segundo hasta los 10 segundos.



5.1.3. N400

Para analizar las señales de EEG, se procesaron los datos con el programa Matlab versión 7.10.0 (R2010a) y EEGLab versión 9.0.2.2b. Primero se dejó la tasa de muestreo en 512 Hz. Se removió la línea de base tomando en cuenta las señales 500 milisegundos previos a la aparición del estímulo, y a continuación se filtraron los datos entre 0,05 Hz. lowpass y 30 Hz. highpass. Para extraer artefactos como movimientos oculares o musculares indeseados se utilizó la función AAR 1.3 de EEGLab y a continuación se dividió la señal en épocas de -200 milisegundos pre estímulo y 900 milisegundos post estímulo. Se aplicó la función Automatic artifact removal de EEGLab para extraer las épocas que tuvieran valores sobre 150 Hz. Luego se extrajeron de forma manual aquellas épocas que tenían artefactos indeseados como pestañeos, movimientos oculares o de músculos faciales.

5.2. Análisis estadístico

En cuanto a los indicadores musculares faciales, el análisis se realizó con una ANOVA de medias repetidas de dos factores, siendo el factor 1 “violación de expectativas semánticas” con dos condiciones: congruente e incongruente. Siguiendo las observaciones de otros autores que indican que los cambios en este tipo de actividad muscular se producen en periodos sobre 500 ms. (Dimberg & Petterson, 2000) y debido a que los datos entre el periodo de 900 a 1000 ms. pueden haber sido alterados por artefactos como pestañeos y movimientos de grupos musculares fuera de nuestro interés, el factor 2 o “periodo de tiempo”, quedó constituido por un primer nivel de 0 a 400 ms. y un segundo nivel de 500 a 800 ms. En el caso de la conductancia eléctrica de la piel, se decidió hacer algo semejante, de forma que el segundo factor también fue dividido en dos niveles de 0 a 5 s. y de 6 a 10 s. Se aplicó la corrección de Bonferroni para compensar por las múltiples comparaciones y las violaciones de los supuestos de simetría y normalidad en todos los casos.

En cuanto a N400, se agruparon los datos dependiendo si la frase estímulo era coherente o incoherente y se hizo un promedio por sujeto por cada uno de los 32 electrodos.

De estos promedios se extrajeron 3 electrodos de nuestro interés: FZ, CZ y PZ y se aplicó una ANOVA de medidas repetidas de dos factores. De esta forma tenemos un arreglo donde el factor 1 de violación de expectativas semánticas implicaba dos condiciones: coherente vs. incoherente; y el factor 2 de electrodos tenía tres niveles: FZ, PZ, CZ, más el efecto de interacción violación a expectativas semánticas x electrodos. Se aplicó la corrección de Bonferroni para compensar por las múltiples comparaciones y las violaciones de los supuestos de simetría y normalidad.

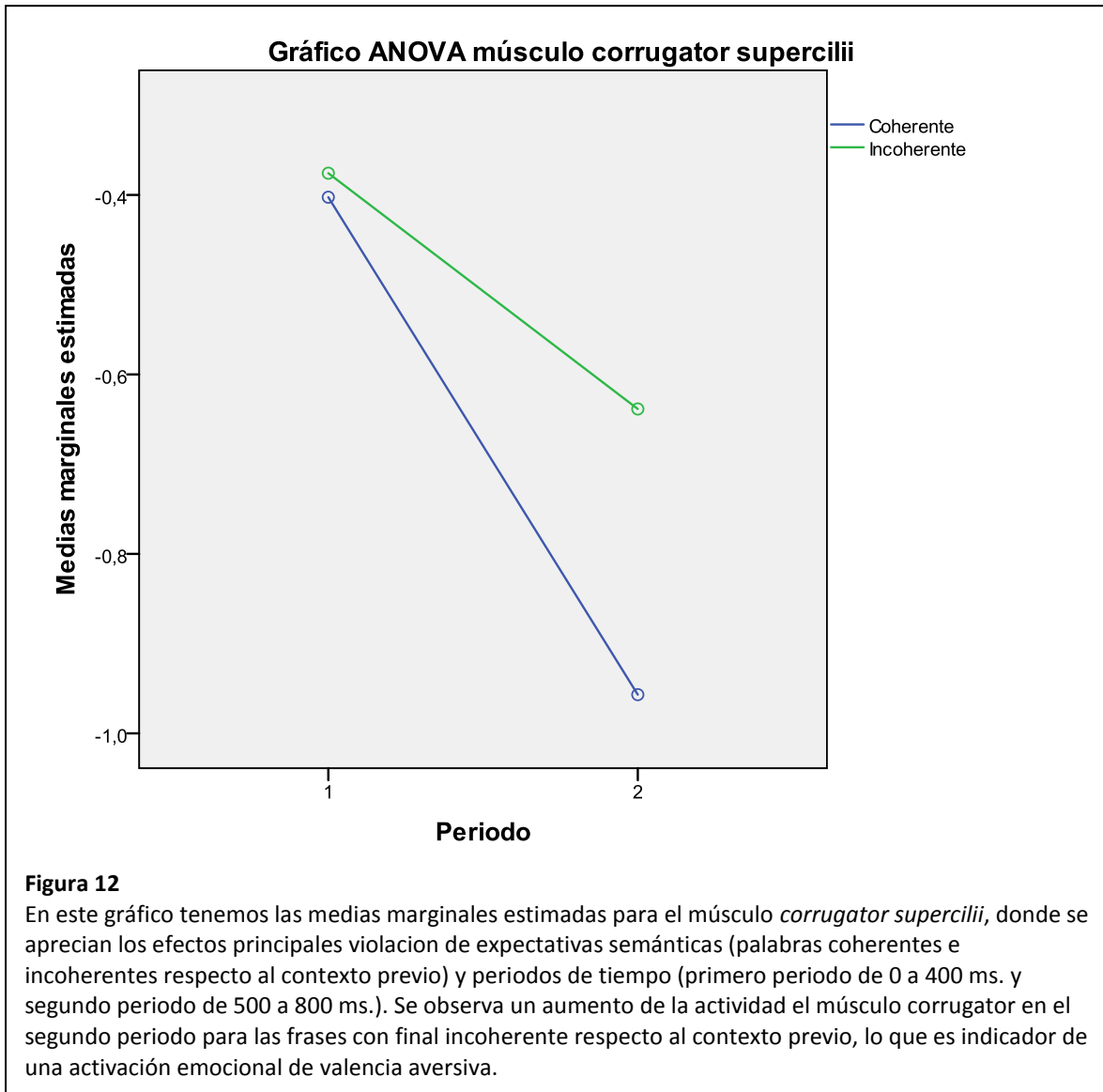
6. Resultados

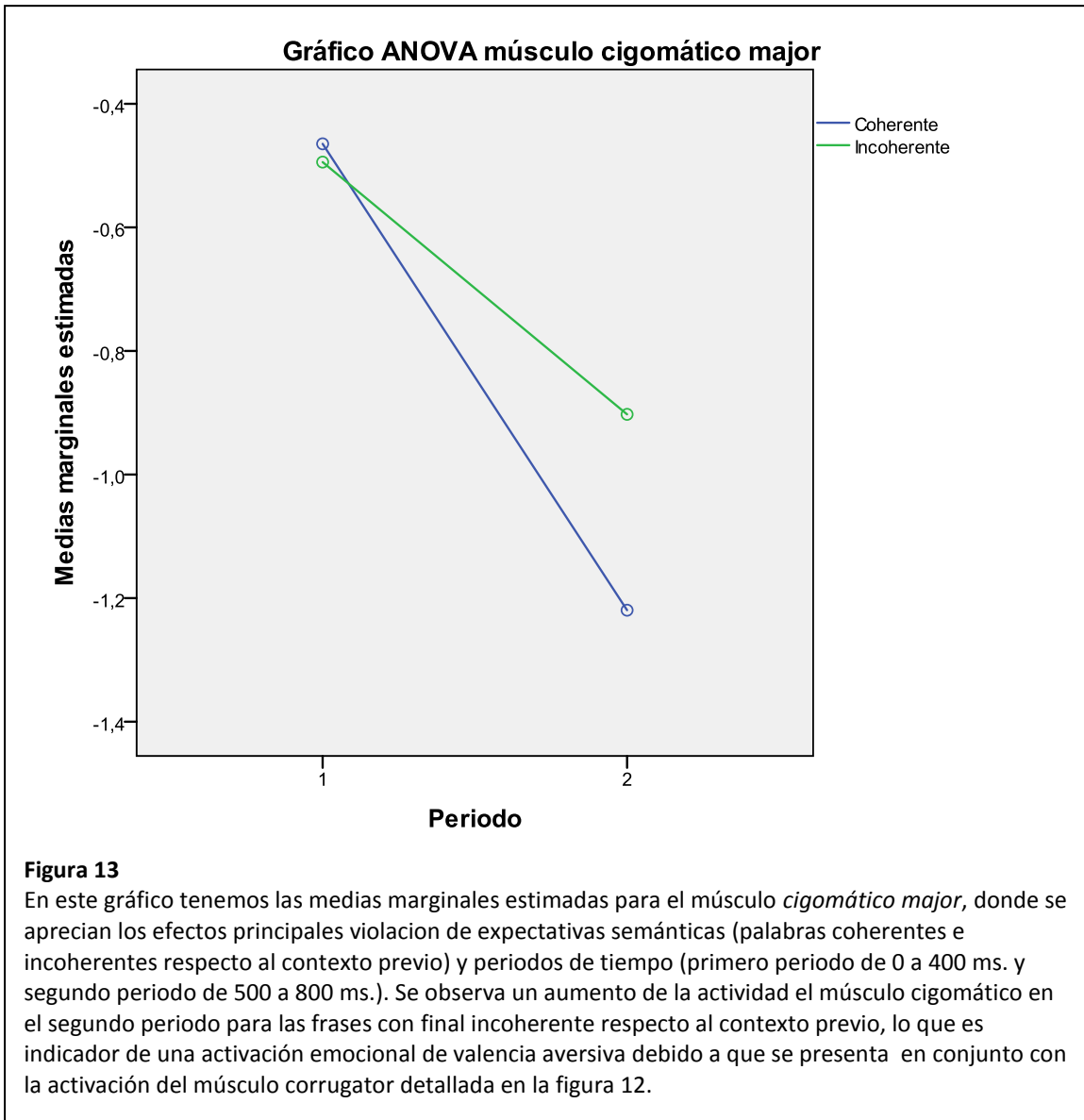
6.1. Músculo corrugator supercilii y cigomático mayor

En cuanto al efecto principal “violación a expectativas semánticas” se encontraron diferencias significativas de $F(1,50) = 19,491$; $p < 0,05$ para el músculo *corrugator supercilii* y $F(1,50) = 12,681$; $p < 0,05$ para el músculo *cigomático mayor*, lo cual implica que existe una diferencia en esta variable entre las frases estímulo con un final coherente e incoherente a su contexto previo.

En el efecto principal “periodos de tiempo” se encontraron diferencias significativas de $F(1,50) = 157,599$; $p < 0,05$ en el músculo *corrugator supercilii* y $F(1,50) = 295,479$; $p < 0,05$ en el músculo *cigomático mayor*, lo cual implica que hubieron diferencias de actividad dependiendo del periodo de tiempo. Finalmente al analizar la interacción entre ambos efectos principales, se encontraron diferencias significativas de $F(1,50) = 20,006$; $p < 0,05$ en el caso del musculo *corrugator supercilii* y de $F(1,50) = 28,132$; $p < 0,05$ para el músculo *cigomático mayor*. Por lo tanto, existirían diferencias significativas entre las condiciones coherente e incoherente dependiendo del periodo de tiempo en que se manifiestan, de forma que hay un aumento de la actividad del músculo corrugator y cigomático ante frases con un final incoherente respecto al contexto previo en el periodo de tiempo que va desde los 400 a los 800 ms en el caso del músculo corrugator, y entre los 500 y 800 ms. en el músculo cigomático. Esto es congruente con una activación emocional de tipo aversivo en el marco de la teoría bifásica de las emociones (Bradley, 2000; Lang,

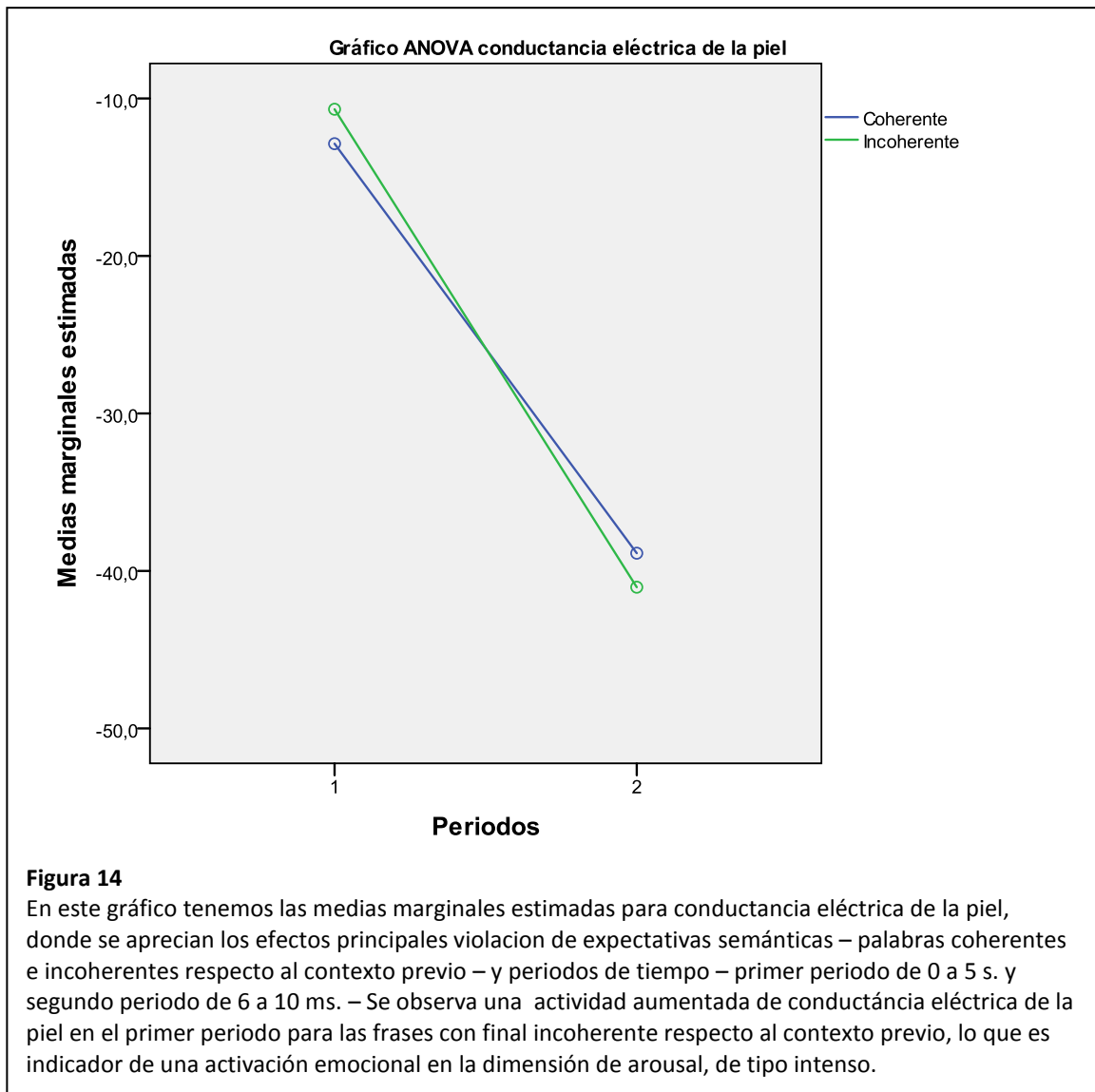
1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990), comentado en el punto 1.3 del marco teórico, que indicaba que la activación simultánea de ambos músculos se asocia a este tipo de valencia emocional. Lo descrito se aprecia en las figuras siguientes:





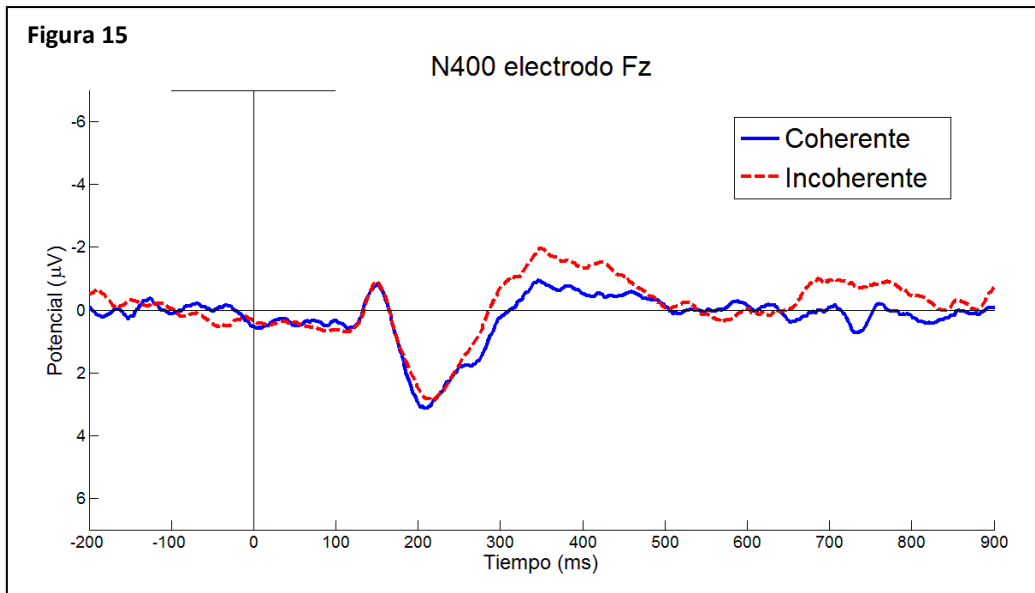
6.2. Actividad de conductancia eléctrica de la piel

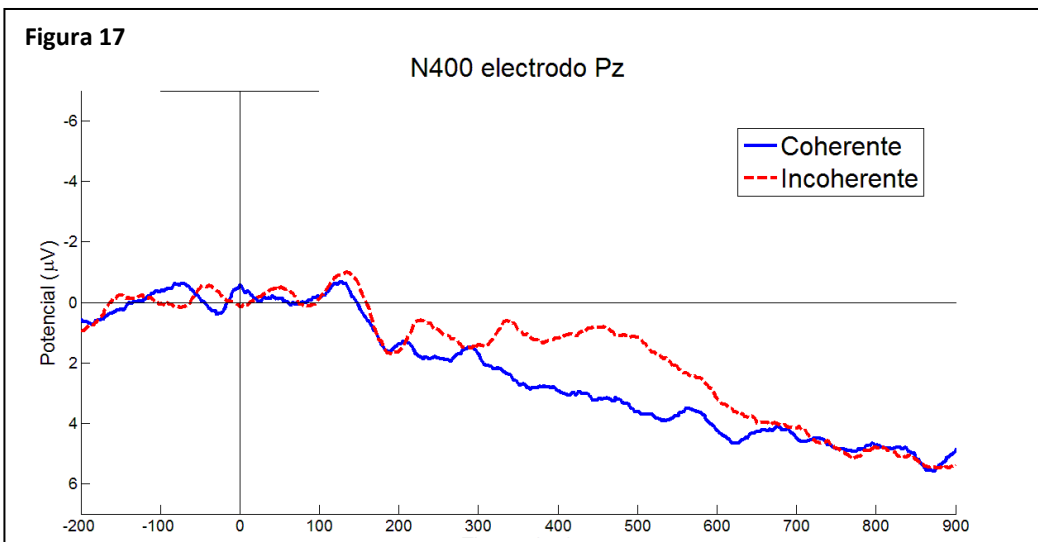
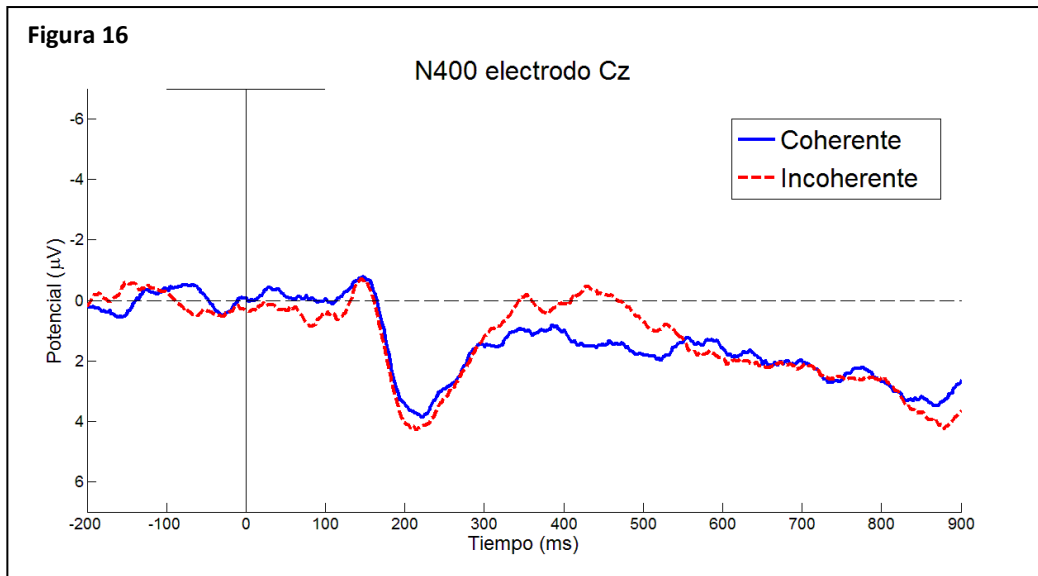
En cuanto al efecto principal “violación a expectativas semánticas” se encontraron diferencias significativas de $F(1,511) = 7,489$; $p < 0,05$ para conductancia eléctrica de la piel, lo cual implica que existe una diferencia en esta variable entre las frases estímulo con un final coherente e incoherente a su contexto previo. En el efecto principal “periodos de tiempo” se encontraron diferencias significativas de $F(1,511) = 477.543,093$; $p < 0,05$ lo cual implica que hubieron diferencias de actividad dependiendo del periodo de tiempo a analizar. Estos dos factores principales mostraron una interacción estadísticamente significativa de $F(1,511) = 10.470.619,77$ $p < 0,05$. Por lo tanto, existirían diferencias significativas entre las condiciones coherente e incoherente dependiendo del periodo de tiempo en que se manifiestan, de forma que hay una conductancia eléctrica de la piel aumentada ante frases con un final incoherente respecto al contexto previo en el periodo de tiempo que va desde los 0 a 5 s. Esto es congruente con una activación emocional de tipo intenso en la dimensión “arousal” de la teoría bifásica de las emociones comentado en el punto 1.3. del marco teórico. Lo descrito se aprecia en la figura siguiente:



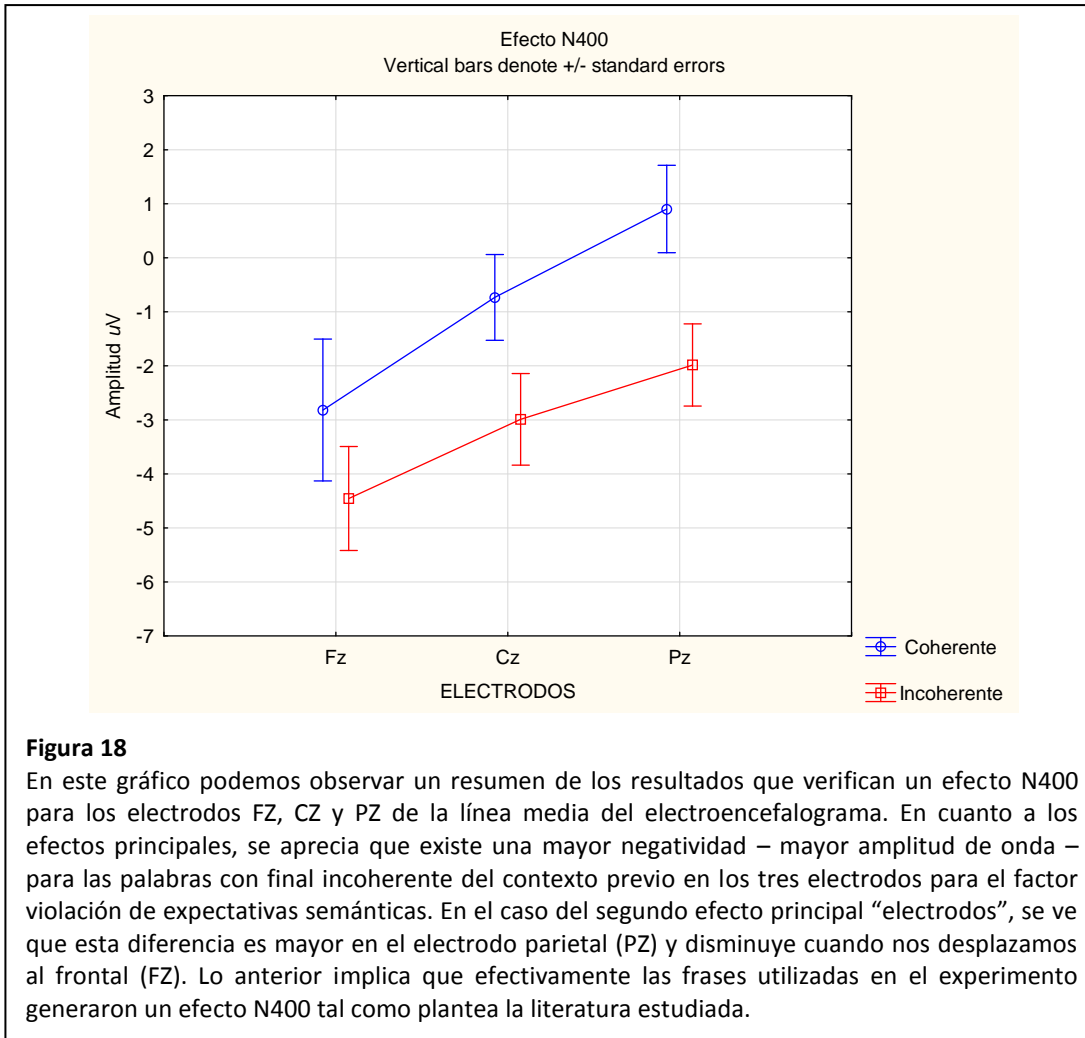
6.3. N400

En el caso de este indicador de violaciones a expectativas semánticas, se utilizó una ANOVA de medidas repetidas de dos factores con un arreglo donde el factor 1 implicaba dos condiciones: coherente vs. incoherente. El factor 2 tenía tres niveles que resultaron ser los tres electrodos a analizar: FZ, PZ, CZ. Se verificaron diferencias significativas entre los 400 a 500 ms entre las condiciones coherente e incoherente por mayor negatividad para esta última de $F(1,19) = 5,093$, $p < 0,05$ tal como se describe en el efecto N400 clásico. También hay diferencias significativas entre los electrodos de la línea media – FZ, PZ, CZ – de $F(2,38) = 4,308$, $p < 0,05$, confirmando la conocida distribución topográfica habitual del componente N400 – mayor amplitud de la negatividad en regiones anteriores. Estos dos factores principales, sin embargo, no mostraron una interacción estadísticamente significativa a pesar de que las diferencias entre las condiciones de coherencia son mayores en los electrodos Cz y Pz. Los gráficos a continuación muestran visualmente el comportamiento de los potenciales en estos tres electrodos.





Figuras 15, 16 y 17: En estos gráficos podemos observar el efecto N400 – diferencia entre las formas de onda evocadas por las palabras objetivo congruente e incongruente – en los electrodos de la línea central del electroencefalograma denominados Fz, Cz y Pz, en donde se aprecia una mayor negatividad en los índices generados por las frases con una palabra final incoherente respecto al contexto previo. Recordemos que en electroencefalograma los valores negativos se ubican sobre el punto 0 del gráfico, y los positivos bajo este.



6.4. Correlación

Adicionalmente, se incluyó un análisis correlacional entre los resultados de corrugator y CEP para las frases incoherentes y se los comparó con los resultados de los electrodos FZ, CZ y PZ, también ante las frases incoherentes, entre 400 y 500 milisegundos, que fue la ventana de tiempo en que se encontró el efecto N400 en estos electrodos. No se encontró correlación significativa entre los índices de EEG – FZ, CZ y PZ – y el músculo corrugator o cigomático. Sin embargo se encontró una correlación altamente significativa entre el electrodo PZ y conductancia eléctrica de la piel de $r = 0.610$, $p < 0.01$ y significativa entre el electrodo FZ y conductancia eléctrica de $r = 0.689$, $p < 0.01$, de forma que las mediciones obtenidas ante las frases incoherentes con conductancia eléctrica y los electrodos PZ y FZ están relacionadas.

7. Discusión

En primer lugar, resulta interesante comentar los hallazgos en torno a nuestro estudio previo, que tenía como objetivo verificar que las palabras target que se usarían en las frases estímulo de nuestro experimento principal tuvieran un mínimo de carga emotiva. Tomando en cuenta la bibliografía revisada, indicadores como los utilizados – activaciones musculares faciales y conductancia eléctrica de la piel – han sido poco explorados con palabras, encontrándose solo los trabajos de Larsen, Norris, & Cacioppo (2003) y de Bradley, Cadispoli, Cuthbert, & Lang (2001) con imágenes. Es más, en el estudio de Windmann & Kutas, 2001 – a partir del cual se obtuvo parte de las palabras cargadas emocionalmente utilizadas para contrastar nuestro set de palabras target – sólo se evaluó su carga emocional a través del método de cuestionarios en una escala de 0 a 6 donde 6 era extremadamente negativas y 0 nada negativas, y se las analizó utilizando sólo la dimensión de valencia y el polo “negativo” de la teoría bifásica de las emociones para compararla con palabras neutras.

Con lo hecho en nuestro estudio previo vimos que al compararlas con el set de palabras de nuestro interés, aquellas con carga emocional negativa generan una activación mayor del músculo *corrugator supercilii*, y las con carga emocional positiva generan una activación mayor del músculo *cigomático mayor*. Es más, las palabras consideradas como “negativas” presentan un mayor nivel de conductancia eléctrica de la piel que las palabras que consideramos “neutras”, lo cual se asocia al polo “intenso” de la dimensión de arousal relajado – intenso. Sin embargo, con este mismo indicador no logramos establecer que el conjunto de palabras con carga positiva generara una mayor actividad que nuestras palabras neutras, fenómeno que podría ser explicado porque las palabras “positivas” generarían ante este conjunto de estímulos una actividad posible de ser calificada como “relajada” en el contexto de la teoría bifásica de las emociones en su dimensión de arousal. A pesar de esto, lo hallado implica que en general las palabras que utilizamos como objetivo o target en nuestro experimento principal poseen una carga emocional que resulta ser mínima. Sería

interesante aumentar la muestra en futuros experimentos para explorar en profundidad la razón del porqué las palabras con carga positiva generaron menor actividad que las palabras neutras, y a su vez corroborar los hallazgos y consolidar la validez y utilidad del set elaborado, puesto que no se ha encontrado bibliografía sobre conjuntos de palabras emocionalmente cargadas en español.

Se considera que esta metodología fue efectiva para nuestros objetivos y a su vez tiene una gran relevancia para la investigación. En un principio, al realizar el marco teórico, nos percatamos de que en general el procedimiento propuesto en el experimento previo no había sido llevado a cabo en la bibliografía revisado, y por otro lado es conocida la influencia que puede tener la carga emocional en la modulación de N400, tal como se expone en el marco teórico: se ha visto que la existencia de una mayor carga emocional en los estímulos potencia el efecto N400, por lo cual nuestros resultados podrían haberse visto alterados. También se ha visto que en estudios donde se examina un ERP de la familia del n400 ante la presencia de fotografías emocionalmente cargadas, efectivamente se produce un ERP que ronda el N400 – e.g. al mostrar dos caras con una expresión neutral vs. una cara neutral y otra emocionalmente cargada – lo cual indica que efectivamente la carga emocional del estímulo influye de alguna forma en N400. Este fenómeno era precisamente el que se deseaba controlar: nuestra idea era mostrar que la violación a expectativas de un tipo específico – e.g. semánticas – implicaba una serie de reacciones corporales de corte emocional por sí solo, y no por la influencia de una variable interviniente como carga emocional del estímulo. Tomando en cuenta que todo organismo vivo reacciona ante estímulos de todo tipo y posee un funcionamiento basal – e.g. contracciones musculares o niveles de conductancia eléctrica basales que se producen por el funcionamiento normal y constante de un organismo que permanece vivo – el verificar que las palabras target utilizadas tenían una menor carga emocional nos permitió concentrarnos en las diferencias entre actividad corporal ante el estímulo coherente e incoherente, y saber que la variable interviniente “carga emocional de los estímulos” sería estable para cada palabra target.

Por lo tanto, las diferencias encontradas entre frases con un final coherente y un final incoherente son producidas por el procesamiento semántico en el contexto de

estímulos equivalentes en cuanto a su carga emocional, y la influencia de esta última, si es que existe, con el procedimiento realizado sería mínima.

En cuanto al experimento principal, tomando en cuenta las dos hipótesis direccionales propuestas, efectivamente encontramos un aumento de la actividad del músculo *corrugator supercilii* y el aumento de la conductancia eléctrica de la piel ante las frases estímulo incoherentes y una correlación significativa entre los valores de EEG de los electrodos PZ y FZ y conductancia eléctrica de la piel entre los 400 y 500 milisegundos, espacio de tiempo donde se comprobó un efecto N400. A esto se suma el hallazgo de un aumento de la actividad del músculo *cigomático mayor*, el cual se activa en conjunto con el músculo *corrugator supercilii* ante estímulos negativos o aversivos. Lo anterior no sólo nos indica la estrecha relación que existiría entre un procesamiento semántico como es la violación de expectativas semánticas y un patrón de activaciones corporales, sino además, que el reclutamiento de activaciones corporales periféricas aferentes y eferentes para procesar significado se produciría en la forma de un patrón emocional completo desde el punto de vista de la teoría bifásica de las emociones, tanto en la dimensión apetitivo/aversivo – con la contracción del músculo corrugator de forma simultánea con el músculo cigomático – como en la dimensión de arousal intenso/relajado – aumento de conductancia eléctrica de la piel. Esto es llamativo, porque al ser previamente verificada la menor carga en las palabras target de los estímulos, este patrón de activación corporal y a su vez emocional sería generado por el procesamiento de violación de expectativas semánticas por sí sólo, a no ser por la presencia de alguna variable extraña no contemplada.

En cuanto al efecto N400, los estudios en torno a este potencial relacionado a eventos se han concentrado en su búsqueda a nivel cortical y subcortical, tal como se resumen los 30 años de historia de estudio sobre N400 en la revisión Kutas y Federmeier (2011). A su vez la influencia de variables perceptuales y emocionales ha sido analizada en un enfoque que se concentra en verificar la modulación o influencia de estas variables sobre el efecto N400, tal como se expuso en el marco teórico (Debrulle, Pineda, & Renault, 1996 ; Holt, Lynn, & Kuperberg, 2009; Federmeier, Kirson, Moreno, & Kutas, 2001; Toivonen & Rämä, 2009; Schirmer & Kotz, 2003). Sin embargo nuestro enfoque, a pesar de ser

inicial, es una propuesta nueva de exploración en torno a N400 que podría ser aprovechada para generar mayor conocimiento en torno al mismo. Desde ya, a partir de los hallazgos podríamos proponer una hipótesis que giraría en torno a que N400 no sólo es un patrón de activación cortical ante la presencia de violaciones a expectativas semánticas, sino que recluta centros subcorticales que controlan la actividad periférica y la activación emocional como el hipotálamo, el tálamo o el sistema límbico en general, y además, información corporal formando parte de un patrón general de activación asociado a emociones de tipo aversivo e intenso. Se trataría entonces, en resumidas cuentas, de una activación general de los individuos que caracteriza al procesamiento de violaciones a expectativas semánticas. Siguiendo en línea con lo anteriormente propuesto, podría implicar que el procesamiento de significado en el ser humano ocurre en la forma de *cell assemblies* (Pulvermüller, 1999; Hebb, 1949) distribuidas más allá del sistema nervioso central. Además, tendríamos más datos para apoyar la hipótesis de un *sistema semántico común* que plantea que un procesamiento más abstracto como el de palabras o símbolos y un procesamiento más perceptual sería realizado en sistemas comunes (Ganis et al., 1996; Federmeier & Kutas, 2001) y a su vez la idea de que los conceptos, como aquellos elementos del lenguaje y la interacción entre personas que contienen significado, son sistemas *modales*, es decir, conectados de forma directa o indirecta con los estados sensoriomotrices y perceptuales (Barsalou, 1999). Profundizar en la exploración de estas posibilidades implicaría un campo de estudio vasto que debe ser sometido a evaluación con rigurosidad científica.

Tomando en cuenta las implicaciones teóricas y epistemológicas de los hallazgos, en primer lugar tenemos un nuevo antecedente en contra de las ideas dualistas y a la supuesta existencia de una división entre mente y cuerpo, concepción de origen cartesiano que ha influido largamente en Ciencias Cognitivas y en la Psicología Cognitiva (Freeman & Nuñez, 1999). Al parecer, y en línea con las ideas asociadas a la cognición corporalizada (Varela, 1979; Varela et al. 1993; Cosmelli y Thompson, 2007; Clark, 1997) el funcionamiento del organismo humano como ente biológico implica reacciones a nivel cerebral y corporal que son equivalentes ante el procesamiento del significado, y la diferencia se encuentra al analizar el orden temporal de aparición de las distintas

reacciones, que iría de la siguiente forma: a) procesamiento cortical con el efecto N400 entre 400 y 500 ms. post estímulo; b) procesamiento muscular facial de corte emocional que comienza en torno a los 500 ms. para el músculo *corrugator supercilii* y los 600 y para el músculo *cigomático mayor* – tal como se aprecia en las figuras 9 y 10. c) procesamiento autónomo también de corte emocional que se inicia dentro del primer segundo post estímulo y se prolonga hasta los 5 s. para conductancia eléctrica de la piel.

En otro ámbito, estos resultados tienen relevancia para la Neurociencia Cognitiva, la Psicología de la Comunicación e incluso la Educación. Por ejemplo, Steels (2007) comenta las conclusiones de un estudio sobre comunicación en condiciones de laboratorio realizado por Galantucci (2005), donde se encontró que la principal habilidad para establecer una conversación es la capacidad de detectar fallas en la misma y reparar estas introduciendo nuevos símbolos o cambiando el significado de símbolos ya existentes, entre otros. Sabiendo que N400 aparece ante incongruencias entre el significado de palabras y sus contextos, y encontrando en el presente estudio que este indicador neurofisiológico tiene directa relación con un patrón de activación corporal y además asociable a emoción, tenemos evidencia para afirmar que efectivamente N400 es una violación de expectativas de tipo emocional ante procesamiento semántico, y que al menos en parte, las emociones tiene un rol crucial en él. Aplicándolo a la propuesta de Galantucci, el factor emocional podría ser entonces importante para detectar incongruencias comunicativas o “*miscommunication*”, tal como lo nombra Steels (2007), lo cual podría implicar que si esta relación entre incongruencia semántica y emoción se ve bloqueada o mermada de alguna forma en un individuo que participa en una conversación, se apreciaría una disminución en su capacidad para comunicarse, afectando el intercambio de información y la comprensión de la misma. Lo anterior, si lo aplicamos al ámbito educacional por ejemplo, es importante ya que entonces se debe potenciar y cultivar la capacidad de utilizar los estados corporales, especialmente emocionales, para que los alumnos logren comprender de mejor forma la información entregada en una sala de clases. Este planteamiento es una arista interesante que da pie para hacer estudios más profundos sobre el tema que tomen en cuenta estas variables.

Adicionalmente, los hallazgos ponen de manifiesto un desafío para las Ciencias Cognitivas, para el enfoque corporalizado de la cognición y para las ideas de “*symbol grounding*” o anclaje simbólico respecto al procesamiento de conceptos. Nuestro estudio estuvo orientado a encontrar si existe alguna activación corporal ante procesamiento de tipo semántico, pero no pretende establecer la naturaleza y la forma de estos patrones corporales, más allá de que están asociados a emociones. Ante esto, desde un punto de vista teórico y a la luz de nuestros hallazgos, proponemos dos hipótesis para el *symbol grounding*: un *symbol grounding específico*, que se podría resumir con la idea de que “a conceptos distintos, activaciones corporales distintas”, pensando que en el procesamiento semántico “online” se recluten componentes corporales directamente relacionados con el mismo procesamiento, es decir, si se piensa en el concepto de escribir, tendrían que existir asociadas activaciones corporales en algún músculo de la mano, las cuales serían diferentes cuando se tiene el concepto de “sentarse”. Al contrario, también podemos teorizar sobre un *anclaje simbólico inespecífico*, es decir que para el procesamiento “on line” de un concepto existiría un patrón difuso de activación corporal que no necesariamente incluya activaciones corporales asociadas con la acción incluida en el concepto, vale decir utilizando el mismo concepto de “escribir”, el patrón de activaciones corporales podría no incluir necesariamente activaciones musculares en la mano, sino otras activaciones de tipo perceptual e incluso emocional. Las posturas dentro del *embodied symbol grounding* y dentro de la Neurociencia son divergentes, pero no abordan esta dicotomía propuesta en la presente discusión de forma directa. Tratarla queda fuera del presente estudio, pero sería interesante despejarla con un experimento posterior.

Para finalizar, un tópico relevante que emana de nuestros hallazgos es en qué momento se produce esta asociación entre el procesamiento semántico y las activaciones corporales encontradas, tanto desde el punto de vista filogenético como ontogenético. En un acercamiento primario, podríamos comentar que en nuestro marco teórico mencionamos la propuesta sobre adquisición del lenguaje en la evolución del ser humano de Arbib & Bota (2003) quienes planteaban que se originó en circuitos cerebrales que incluyen movimiento y percepción visual debido al hallazgo de un área – denominada área F5 – en macacos, que

está encargada de transformar información visual de un objeto en información motora para tomarlo, y que se sitúa en una zona análoga donde en el humano se ubica el área de Broca. También comentamos que en torno al mismo tema, Aboitiz y García (2009) proponen una visión alternativa que indica que la adquisición del lenguaje se relaciona además con circuitos fonológicos corticales en vías dorsales auditivas relacionadas con la capacidad de vocalización. En una primera impresión, las propuestas de Arbib y Bota parecen estar más cercanas a nuestros hallazgos, pero creemos que esto se debe a que nuestros estímulos son de naturaleza visual. Para salvar este escollo, habría que verificar nuestros resultados usando estímulos de naturaleza auditiva, de forma que las propuestas de Aboitiz y García también podrían jugar un papel importante en la resolución de estas preguntas. Sin embargo, en ambos casos queda en la incógnita cómo y en qué momento de la evolución y a su vez del desarrollo del individuo se produce la conexión entre el procesamiento de significado y activaciones corporales de corte emocional, temas interesantes para una investigación en profundidad en el futuro.

8. Conclusión

Como conclusión de la presente investigación, tenemos evidencia para aceptar la primera hipótesis direccional que indica que ante la violación a expectativas semánticas que generan un N400 existe un aumento significativo de la actividad del músculo *corrugator supercilii*, en este caso a partir de los 500 milisegundos, y la segunda hipótesis que indica que habría un aumento significativo de la actividad de conductancia eléctrica de la piel ante la violación a expectativas semánticas que generan un N400, en este caso entre los 0 a los 5 segundos ante las frases estímulo incoherentes. Además, se verifica una activación del músculo *cigomático mayor* al mismo tiempo en que se activa el músculo *corrugator supercilii*. Por lo tanto, en conjunto esta actividad corporal tanto muscular automática como periférica puede ser catalogada de emocional desde el punto de vista de la teoría bifásica de las emociones, teniendo una valencia aversiva y un nivel de arousal intenso.

Respecto a la hipótesis general que indicaba que existiría una relación entre procesamiento de violaciones a expectativas semánticas y activaciones corporales automáticas y periféricas ante estímulos sin carga emocional o con una carga emocional mínima, tenemos que ante las frases estímulo incoherentes efectivamente hay una correlación entre conductancia eléctrica de la piel y actividad electroencefalográfica, específicamente en los electrodos FZ y PZ entre 400 y 500 milisegundos, ventana de tiempo en la que se confirmó la presencia de N400 en los electrodos de electroencefalograma ya mencionados.

Como aspectos a mejorar de nuestro estudio, sería interesante verificar los mismos efectos observados en el presente experimento utilizando palabras que resultaron estar cargadas emocionalmente en el estudio previo. De esta forma estas palabras se transformarían en las “target” y habría que crear nuevas frases, de forma de generar un set de estímulos coherentes e incoherentes. A pesar que no incluimos esta hipótesis dentro de esta investigación, es posible que si se estudiara encontremos el mismo efecto emocional, y sería interesante verificar si este efecto es modulado por la variable carga emocional de las

palabras objetivo o target, ya sea disminuyendo o potenciando las activaciones musculares faciales y periféricas, tal como se ha observado en otros estudios en el caso de N400 (Debrulle, Pineda, & Renault, 1996; Federmeier, Kirson, Moreno, & Kutas, 2001; Schirmer & Kotz, 2003). Otra limitación de este estudio es que sería provechoso en el futuro aumentar la muestra de 20 personas, y a su vez aumentar la cantidad de frases estímulo, que en este caso fueron 57 de 70 elaboradas inicialmente, para otorgarle mayor potencia a los hallazgos, como también incluir más indicadores psicofisiológicos. Respecto a esto, en un estudio de Kuipers & Thierry (2011) se encontró que existe una potente acomodación de la pupila ante estímulos visuales inesperados, y Nummenmaa, Glerean, Hari, & Hietanen (2014) exploraron a través de cuestionarios de autoreporte en una muestra de 701 sujetos las zonas del cuerpo en las que sentían aumento o disminución de actividad ante distintos tipos de emociones. Tal como podemos observar, se podría utilizar otros mecanismos de medición, registrando aumento de temperatura, actividad de músculos distintos a los incluidos en la presente tesis, entre otros. De esta forma podríamos hacernos una idea completa de la activación corporal asociada al procesamiento de violaciones a expectativas semánticas, pero para esto tendríamos que esperar a que la tecnología avance generando un sistema para registrar todos estos indicadores a la vez al mismo tiempo.

9. Anexos

9.1. Anexo 1

Anexo 1: Frases preliminares			
N°	Frase contexto	Target coherente	Target incoherente
1.	La vaca da...	Leche	Lámparas
2.	Una gaviota es un...	Pájaro	Cepillo
3.	La hembra del gallo es la...	Gallina	Campana
4.	Iré a la playa, por lo que llevaré...	Quitasol	Enchufe
5.	La puerta está con...	Llave	Radio
6.	Todo auto tiene un...	Volante	Tostador
7.	Para coser uso...	Hilo	Gotas
8.	La sopa se toma con...	Cuchara	Serrucho
9.	Tapar el sol produce...	Sombra	Colegios
10.	Las plantas tienen...	Hojas	Taxistas
11.	La camisa tiene...	Botones	Martillos
12.	Iré a beber...	Cerveza	Elefantes
13.	El sombrero va en la...	Cabeza	Boleta
14.	Iré a leer el...	Diario	Parlante
15.	El tenedor es de...	Metal	Manguera
16.	Los libros tienen...	Páginas	Cables
17.	Un reloj da la...	Hora	Pomada
18.	Me lanzaron una...	Piedra	Tortuga
19.	La goma se usa para ...	Borrar	Soldar
20.	En el desierto hay mucha...	Arena	Calle
21.	El lápiz sirve para	Escribir	Cosechar
22.	De la impresora sale...	Papel	Lechuga
23.	Para escuchar uso el...	Oído	Peldaño
24.	La bandera chilena tiene una...	Estrella	Oveja
25.	Los gatos limpian sus...	Bigotes	Estatuas
26.	Sobre la bandeja hay un...	Vaso	Camello
27.	Las ballenas están en el...	Océano	Cajón
28.	Una guitarra tiene...	Cuerdas	Tarjetas
29.	Llenaré mi mochila de...	Cuadernos	Grúas
30.	Los monos viven en la...	Selva	Cañería
31.	Iré a lavar los...	Platos	Alcaldes
32.	El fútbol se juega con una...	Pelota	Barra
33.	Una frase está hecha de...	Palabras	Antenas
34.	Una olla sirve para...	Cocinar	Tejer
35.	Con los números puedo...	Sumar	Remar
36.	El celular sirve para...	Llamar	Tallar
37.	El correo me trajo una...	Carta	Isla
38.	Escucharé un disco de...	Música	Letras
39.	Las bolsas son de...	Plástico	Acero
40.	El guante es de...	Lana	Rodilla
41.	Los lentes protegen los...	Ojos	Techos
42.	Los árboles tienen...	Ramas	Alfombras

43.	Las abejas hacen...	Miel	Toallas
44.	Con trigo se hace la...	Harina	Vereda
45.	Haré un mueble con...	Tornillos	Choclos
46.	Los edificios tienen...	Ventanas	Motor
47.	Los plumones tienen...	Tinta	Manilla
48.	Cuando llueve me cubro con un...	Paraguas	Teclado
49.	Antes del zapato me pongo el...	Calcetín	Asiento
50.	Los postes dan...	Luz	Naranjas
51.	En la sala hay un...	Pizarrón	Tren
52.	Miré al cielo y vi...	Aviones	Cavernas
53.	Los huevos tienen...	Yema	Bisagras
54.	En el correo hay un...	Buzón	Bote
55.	Los chinos comen mucho...	Arroz	Alambre
56.	Comí una ensalada de...	Apio	Pañuelos
57.	Masticaré un chicle de...	Menta	Ladrillos
58.	La botella es de...	Vidrio	Espuma
59.	Alumbré el lugar con una...	Vela	Peineta
60.	Un fósforo esta hecho de...	Madera	Pimienta
61.	La taza es de...	Loza	Esponja
62.	Comeré un pan con...	Jamón	Bencina
63.	Los camiones tienen...	Ruedas	Pinceles
64.	Pintaré mi casa con brocha y...	Rodillo	Trompeta
65.	La escoba sirve para...	Barrer	Pescar
66.	Lavaré mis manos con...	Jabón	Tierra
67.	La caja es de...	Cartón	Pestañas
68.	El vino se hace con la...	Uva	Pantalla
69.	Hay muchos salmones en el...	Río	Paño
70.	Para oler, uso la...	Naríz	Cortina

9.2. Anexo 2

Palabras "target" coherentes o incoherentes evaluadas			
Cod.	Target coherente	Cod.	Target incoherente
1. b.	Leche	1. c.	Lámparas
2. b.	Pájaro	2. c.	Cepillo
3. b.	Gallina	3. c.	Campana
4. b.	Quitason	4. c.	Enchufe
5. b.	Llave	5. c.	Radio
6. b.	Volante	6. c.	Tostador
7. b.	Hilo	7. c.	Gota
8. b.	Cuchara	8. c.	SERRUCHO
9. b.	Sombra	9. c.	Colegios
10. b.	Hoja	10. c.	Taxista
11. b.	Botón	11. c.	Martillo
12. b.	Cerveza	12. c.	Elefantes
13. b.	Cabeza	13. c.	Boleta
14. b.	Diario	14. c.	Parlante
15. b.	Metal	15. c.	Manguera
16. b.	Página	16. c.	Cable
17. b.	Hora	17. c.	Pomada
18. b.	Piedra	18. c.	Tortuga
19. b.	Borrar	19. c.	Soldar
20. b.	Arena	20. c.	Calle
21. b.	Escribir	21. c.	Cosechar
22. b.	Papel	22. c.	Lechuga
23. b.	Oído	23. c.	Peldaño
24. b.	Estrella	24. c.	Oveja
25. b.	Bigotes	25. c.	Estatuas
26. b.	Vaso	26. c.	Camello
27. b.	Océano	27. c.	Cajón
28. b.	Cuerdas	28. c.	Tarjeta
29. b.	Cuadernos	29. c.	Grúa
30. b.	Selva	30. c.	Cañería
31. b.	Platos	31. c.	Alcalde
32. b.	Pelota	32. c.	Barra
33. b.	Palabras	33. c.	Antena
34. b.	Cocinar	34. c.	Tejer
35. b.	Sumar	35. c.	Remar
36. b.	Llamar	36. c.	Tallar
37. b.	Carta	37. c.	Isla

38. b.	Música	38. c.	Letra
39. b.	Plástico	39. c.	Acero
40. b.	Lana	40. c.	Rodilla
41. b.	Ojo	41. c.	Techos
42. b.	Rama	42. c.	Alfombras
43. b.	Miel	43. c.	Toalla
44. b.	Harina	44. c.	Vereda
45. b.	Tornillo	45. c.	Choclos
46. b.	Ventanas	46. c.	Motor
47. b.	Tinta	47. c.	Manilla
48. b.	Paraguas	48. c.	Teclado
49. b.	Calcetín	49. c.	Asiento
50. b.	Luz	50. c.	Naranjas
51. b.	Pizarrón	51. c.	Tren
52. b.	Aviones	52. c.	Cavernas
53. b.	Yema	53. c.	Bisagras
54. b.	Buzón	54. c.	Bote
55. b.	Arroz	55. c.	Alambre
56. b.	Apio	56. c.	Pañuelos
57. b.	Menta	57. c.	Ladrillos
58. b.	Vidrio	58. c.	Espuma
59. b.	Vela	59. c.	Peineta
60. b.	Madera	60. c.	Pimienta
61. b.	Loza	61. c.	Esponja
62. b.	Jamón	62. c.	Bencina
63. b.	Ruedas	63. c.	Pinceles
64. b.	Rodillo	64. c.	Trompeta
65. b.	Barrer	65. c.	Pescar
66. b.	Jabón	66. c.	Tierra
67. b.	Cartón	67. c.	Pestaña
68. b.	Uva	68. c.	Pantalla
69. b.	Río	69. c.	Paño
70. b.	Nariz	70. c.	Cortina

9.3. Anexo 3

Palabras con carga emocional.							
Palabras con carga positiva				Palabras con carga negativa			
1. p.	Tesoro	36. p.	Fama	1. n.	Esfuerzo	36. n.	Ahogar
2. p.	Trofeo	37. p.	Campeón	2. n.	Problema	37. n.	Ignorancia
3. p.	Bebé	38. p.	Fiesta	3. n.	Golpear	38. n.	Susto
4. p.	Alarma	39. p.	Excitación	4. n.	Herir	39. n.	Enemigo
5. p.	Amor	40. p.	Joya	5. n.	Basura	40. n.	Enfermedad
6. p.	Asombro	41. p.	Conquistar	6. n.	Mal	41. n.	Cadáver
7. p.	Juego	42. p.	Suerte	7. n.	Insultar	42. n.	Despido
8. p.	Caricia	43. p.	Halago	8. n.	Lamento	43. n.	Frustrar
9. p.	Ganar	44. p.	Familia	9. n.	Huir	44. n.	Asco
10. p.	Sonrisa	45. p.	Sueldo	10. n.	Vengar	45. n.	Robo
11. p.	Piel	46. p.	Regalinear	11. n.	Locura	46. n.	Pánico
12. p.	Encontrar	47. p.	Recibir	12. n.	Pudor	47. n.	Monstruo
13. p.	Premio	48. p.	Compartir	13. n.	Gusano	48. n.	Fantasma
14. p.	Tiernio	49. p.	Deseo	14. n.	Culpa	49. n.	Hediondez
15. p.	Placer	50. p.	Cumpleaños	15. n.	Agravar	50. n.	Acoso
16. p.	Corazón	51. p.	Navidad	16. n.	Pelea	51. n.	Depresión
17. p.	Regalo	52. p.	Romance	17. n.	Dolor	52. n.	Olvido
18. p.	Divertido	53. p.	Sorpresa	18. n.	Apestoso	53. n.	Mocos
19. p.	Cariño	54. p.	Naturaleza	19. n.	Morir	54. n.	Cárcel
20. p.	Dinero	55. p.	Vacaciones	20. n.	Ofender	55. n.	Manicomio
21. p.	Bella	56. p.	Viaje	21. n.	Pena	56. n.	Delincuente
22. p.	Tocar	57. p.	Caribe	22. n.	Asalto	57. n.	Quejido
23. p.	Éxito	58. p.	Bondad	23. n.	Perder	58. n.	Llanto
24. p.	Limpio	59. p.	Compasión	24. n.	Ruina	59. n.	Ironía
25. p.	Sexo	60. p.	Alegría	25. n.	Desnudez	60. n.	Escándalo
25. p.	Golosina	61. p.	Felicidad	25. n.	Podrido	61. n.	Vergüenza
27. p.	Dulce	62. p.	Brillante	27. n.	Choque	62. n.	Terremoto
28. p.	Descanso	63. p.	Ascenso	28. n.	Cicatriz	63. n.	Prohibir
29. p.	Ternura	64. p.	Logro	29. n.	Sangrar	64. n.	Abandono
30. p.	Peluche	65. p.	Meta	30. n.	Azotar	65. n.	Ridículo
31. p.	Gol	66. p.	Abrazo	31. n.	Condena	66. n.	Sucio
32. p.	Hogar	67. p.	Beso	32. n.	Maldición	67. n.	Defecto
33. p.	Oro	68. p.	Amistad	33. n.	Moretón	68. n.	Deforme
34. p.	Riqueza	69. p.	Calma	34. n.	Amenaza	69. n.	Feo
35. p.	Triunfo	70. p.	Paisaje	35. n.	Crucificar	70. n.	Desilusión

9.4. Anexo 4

Tabla 4: mezcla pseudoaleatoria de las 298 palabras									
SCENARIO A									
Ítem	Cod.	Cod . scenar.	Palabra	Cod.	Cod . scenar.	Palabra	Cod.	Cod . scenar.	Palabra
1.	2.b.	3	Pájaro						
2.							24.n.	4	Ruina
3.				51.p.	5	Navidad			
4.							9.n.	6	Huir
5.	31.b.	7	Platos						
6.	39.b.		Plástico						
7.				44.p.		Familia			
8.							28.n.		Cicatriz
9.	7.a.		Coser						
10.	32.b.		Pelota						
11.							25.n.		Desnudez
12.	67.a.		Caja						
13.							18.n.		Apestoso
14.	23.b.		Oído						
15.	10. a.		Planta						
16.	46.b.		Ventanas						
17.				57.p.		Caribe			
18.							5.n.		Basura
19.	33.b.		Palabras						
20.				48.p.		Compartir			
21.	53.b.		Yema						
22.	36.b.		Llamar						
23.	8.b.		Cuchara						
24.				42.p.		Suerte			
25.							34.n.		Amenaza
26.	13.b.		Cabeza						
27.	28.b.		Cuerdas						
28.				58.p.		Bondad			
29.	55.b.		Arroz						
30.	11. a.		Camisa						
31.				52.p		Romance			
32.	3.b.		Gallina						
33.							35.n.		Crucificar
34.	13. a.		Sombrero						
35.				41.p.		Conquistar			
36.	37.b.		Carta						
37.							65.n.		Ridículo
38.	15. a.		Tenedor						
39.				63.p.		Ascenso			
40.	40.b.		Lana						

41.							17.n.		Dolor
42.				38.p.		Fiesta			
43.							12.n.		Pudor
44.	47.b.		Tinta						
45.	14.b.		Diario						
46.	10.b.		Hoja						
47.				40.p.		Joyas			
48.							7.n.		Insultar
49.	22.b.		Papel						
50.	41.b.		Ojo						
51.	9.b.		Sombra						
52.				60.p.		Alegría			
53.	42.b.		Ramas						
54.	38.b.		Música						
55.				65.p.		Meta			
56.							32.n.		Maldición
57.	18.b.		Piedra						
58.							20.n.		Ofensa
59.	4.b.		Quitasol						
60.				69.p.		Calma			
61.	24.b.		Estrella						
62.	57.b.		Menta						
63.				15.p.		Placer			
64.	63.b.		Ruedas						
65.	20.b.		Arena						
66.				66.p.		Abrazo			
67.	1.b.		Leche						
68.							14.n.		Culpa
69.				56.p.		Viaje			
70.	29.b.		Cuadernos						
71.				47.p.		Recibir			
72.							13.n.		Gusano
73.	19.b.		Borrar						
74.							22.n.		Asalto
75.	49.b.		Calcetín						
SCENARIO B									
76.	65.b.		Barrer						
77.							11.n.		Locura
78.				61.p.		Felicidad			
79.							10.n.		Vengar
80.	67.b.		Cartón						
81.				54.p.		Naturaleza			
82.	70.b.		Nariz						
83.	50.b.		Luz						
84.				53.p.		Sorpresa			
85.							23.n.		Perder
86.	5.b.		Llave						

87.	16.b.		Página					
88.						2.n.		Problema
89.	62.b.		Jamón					
90.	17.b.		Hora					
91.						31.n.		Condena
92.	26.b.		Vaso					
93.	35.b.		Sumar					
94.						3.n.		Golpear
95.	16. a.		Libro					
96.				49.p.		Deseo		
97.	54.b.		Buzón					
98.						33.n.		Moretón
99.	64.b.		Rodillo					
100.	6.b.		Volante					
101.						1.n.		Esfuerzo
102.	68.b.		Uva					
103.	61.b.		Loza					
104.	51.b.		Pizarrón					
105.				39.p.		Excitación		
106.	30.b.		Selva					
107.				62.p.		Brillante		
108.	44.b.		Harina					
109.	60.b.		Madera					
110.				36.p.		Fama		
111.						19.n.		Morir
112.	11.b.		Botón					
113.				64.p.		Logro		
114.	12.b.		Cerveza					
115.	19. a.		Goma					
116.	58.b.		Vidrio					
117.				46.p.		Regalinear		
118.	59.b.		Vela					
119.						30.n.		Azotar
120.	27.b.		Océano					
121.	34.b.		Cocinar					
122.				59.p.		Compasión		
123.						29.n.		Sangrar
124.				50.p.		Cumpleaños		
125.	43.b.		Miel					
126.				20.p.		Dinero		
127.	15.b.		Metal					
128.	52.b.		Avión					
129.	25.b.		Bigotes					
130.				37.p.		Campeón		
131.				67.p.		Beso		
132.	69.b.		Río					
133.						15.n.		Agravar

134.							8.n.		Lamento
135.				68.p.		Amistad			
136.	45.b.		Tornillos						
137.	48.b.		Paraguas						
138.							62.n.		Terremoto
139.	26. a.		Bandeja						
140.				70.p.		Paisaje			
141.							45.n.		Robo
142.	21.b.		Escribir						
143.	66.b.		Jabón						
144.							6.n.		Mal
145.	56.b.		Apio						
146.							16.n		Pelea
147.	7.b.		Hilo						
148.							21.n.		Pena
149.				45.p.		Sueldo			
Total coherentes			79	Total positivas		35	Total negativas		35

SCENARIO C (INCOHERENTES + OTROS)									
Ítem	Cod.	Cod . scenar.	Palabra	Cod.	Cod . scenar.	Palabra	Cod.	Cod . scenar.	Palabra
1.							48.n.		Fantasma
2.				8.p.		Caricia			
3.	62.c.		Bencina						
4.	51.c.		Tren						
5.							63.n.		Prohibir
6.	70.c.		Cortina						
7.							68.n.		Deforme
8.				33.p.		Oro			
9.	14.c.		Parlante						
10.	52.c.		Caverna						
11.							56.n.		Delincuente
12.	64.c.		Trompeta						
13.				29.p.		Ternura			
14.	23. a.		Escuchar						
15.							69.n.		Feo
16.	12.c.		Elefante						
17.				22.p.		Tocar			
18.							36.n.		Ahogar
19.	56.c.		Pañuelos						
20.	49.c.		Asiento						
21.				7.p.		Juego			
22.							53.n.		Mocos
23.	43.c.		Toalla						
24.				1.p.		Tesoro			

25.	27.c.		Cajón						
26.	7.c.		Gota						
27.				17.p.		Regalo			
28.	57.c.		Ladrillos						
29.				5.p.		Amor			
30.	33.c.		Antena						
31.				23.p.		Éxito			
32.	47.c.		Manilla						
33.	41.c.		Techo						
34.							38.n.		Susto
35.	53.c.		Bisagra						
36.				21.p.		Bello			
37.	32.c.		Barra						
38.	29.c.		Grúa						
39.	4.c.		Enchufe						
40.							39.n.		Enemigo
41.				35.p.		Triunfo			
42.							70.n.		Desilusión
43.	39. a.		Bolsa						
44.							54.n.		Cárcel
45.	11.c.		Martillo						
46.				43.p.		Halago			
47.	40. a.		Guante						
48.							47.n.		Monstruo
49.	35.c.		Remar						
50.	2.c.		Cepillo						
51.				32.p.		Hogar			
52.	13.c.		Boleta						
53.	48.c.		Teclado						
54.							60.n.		Escándalo
55.	47. a.		Plumón						
56.				10.p.		Sonrisa			
57.	3.c.		Campana						
58.	42.c.		Alfombras						
59.							52.n.		Olvido
60.				6.p.		Asombro			
61.	23.c.		Peldaño						
62.	51. a.		Sala						
63.	28.c.		Tarjeta						
64.				11.p.		Piel			
65.	54. a.		Correo						
66.	18.c.		Tortuga						
67.							50.n.		Acoso
68.	63.c.		Pincel						
69.							41.n.		Cadáver
70.	17.c.		Pomada						
71.							43.n.		Frustrar

72.	45.c.		Choclos						
73.							37.n.		Ignorancia
74.	19.c.		Soldar						
75.	58. a.		Botella						
SCENARIO D (INCOHERENTES + OTROS)									
76.		21.c.	Cosechar						
77.							55.n.		Manicomio
78.		25.c.	Estatuas						
79.		16.c.	Cable						
80.				30.p.		Peluche			
81.				12.p.		Encontrar			
82.				16.p.		Corazón			
83.							51.n.		Depresión
84.		68.c.	Pantalla						
85.				24.p.		Limpio			
86.		66.c.	Tierra						
87.							59.n		Ironía
88.		5.c.	Radio						
89.				4.p.		Alarma			
90.		22.c.	Lechuga						
91.				13.p.		Premio			
92.		34.c.	Tejer						
93.							44.n.		Asco
94.		44.c.	Vereda						
95.				31.p.		Gol			
96.		65.c.	Pescar						
97.				14.p.		Tierno			
98.		67.c.	Pestaña						
99.				18.p.		Divertido			
100.		69.c.	Paño						
101.				9.p.		Ganar			
102.		15.c.	Manguera						
103.							64.n.		Abandono
104.		8.c.	SERRUCHO						
105.		54.c.	Bote						
106.				25.p.		Sexo			
107.		31.c.	Alcalde						
108.		26.c.	Camello						
109.							67.n.		Defecto
110.		20.c.	Calle						
111.							58.n.		Llanto
112.		37.c.	Isla						
113.		40.c.	Rodilla						
114.							46.n.		Pánico
115.		59.c.	Peineta						
116.		1.c.	Lámparas						
117.				28.p.		Descanso			

118.		60.c.	Pimienta						
119.							57.n.		Quejido
120.		6.c.	Tostadora						
121.		58.c.	Espuma						
122.				3.p.		Bebé			
123.							42.n.		Despido
124.		61. a.	Taza						
125.				19.p.		Cariño			
126.		55.c.	Alambre						
127.							66.n.		Sucio
128.		38.c.	Letra						
129.							40.n.		Enfermedad
130.		61.c.	Esponja						
131.		50.c.	Naranjas						
132.							61.n.		Vergüenza
133.		46.c.	Motor						
134.		9.c.	Colegio						
135.				26.p.		Golosina			
136.		39.c.	Acero						
137.				27.p.		Dulce			
138.							49.n.		Hediondez
139.							27.n.		Choque
140.		24.c.	Oveja						
141.		10.c.	Taxista						
142.							26.n.		Podrido
143.		36.c.	Tallar						
144.							4.n.		Herir
145.				2.p.		Trofeo			
146.		26.a.	Bandeja						
147.				34.p.		Riqueza			
148.				55.p.		Vacaciones			
149.		30.c.	Cañería						
Total incoherentes			79	Total positivas		35	Total negativas		35

9.5. Anexo 5

Frases coherentes					
1.	La vaca da...	Leche	30.	Algunos guantes son de...	Lana
2.	Una gaviota es un...	Pájaro	31.	Los árboles tienen...	Ramas
3.	La hembra del gallo es la...	Gallina	32.	Las abejas hacen...	Miel
4.	Para cubrirme del sol uso un...	Quitasol	33.	Con trigo se hace la...	Harina
5.	La puerta está cerrada con...	Llave	34.	Haré un mueble con clavos y...	Tornillos
6.	Todo auto tiene un...	Volante	35.	Algunos lápices usan...	Tinta
7.	Para coser ropa uso...	Hilo	36.	Cuando llueve me cubro con un...	Paraguas
8.	La sopa se toma con...	Cuchara	37.	Antes del zapato me pongo el...	Calcetín
9.	Al tapar el sol hago...	Sombra	38.	Dentro de la sala hay un...	Pizarrón
10.	Las plantas tienen raíces y...	Hojas	39.	Al mirar al cielo vi...	Aviones
11.	Para cerrar una camisa uso los...	Botones	40.	Dentro del huevo está la...	Yema
12.	Iré a beber...	Cerveza	41.	En el correo siempre hay un...	Buzón
13.	Ese tenedor es de...	Metal	42.	Al almuerzo comí...	Arroz
14.	En todo libro encuentro...	Páginas	43.	Algunas botellas son de...	Vidrio
15.	El camino es de...	Piedra	44.	Alumbro con una...	Vela
16.	Con una goma puedo...	Borrar	45.	Un fósforo esta hecho de...	Madera
17.	El desierto está lleno de...	Arena	46.	La taza esta hecha de...	Loza
18.	Los gatos limpian sus...	Bigotes	47.	Comeré un pan con...	Jamón
19.	De la impresora sale...	Papel	48.	Al camión se le pinchó su...	Rueda
20.	Para escuchar uso el...	Oído	49.	Pintaré mi casa con brocha y...	Rodillo
21.	La bandera chilena tiene una...	Estrella	50.	Las escobas están hechas para...	Barrer
22.	Una olla sirve para...	Cocinar	51.	Lavaré mis manos con un...	Jabón
23.	Sobre la bandeja están los...	Vasos	52.	Muchas cajas son de...	Cartón
24.	Las ballenas viven en el...	Océano	53.	El vino se hace con la...	Uva
25.	Una guitarra suena gracias a sus...	Cuerdas	54.	Navegaré por el...	Río
26.	Algunas bolsas están hechas de...	Plástico	55.	Para oler, uso la...	Naríz
27.	Los tigres viven en la...	Selva	56.	El cartero me trajo una...	Carta
28.	Las frases están hechas de...	Palabras	57.	El fútbol se juega con una...	Pelota
29.	Bailaré al ritmo de la...	Música			

9.6. Anexo 6

Frases incoherentes					
1.	La vaca da...	Lámparas	30.	Las gafas protegen los...	Techos
2.	Una gaviota es un...	Cepillo	31.	Los árboles tienen...	Alfombras
3.	La hembra del gallo es la...	Campana	32.	Las abejas hacen...	Toallas
4.	La puerta está cerrada con...	Espuma	33.	Con trigo se hace la...	Vereda
5.	Para coser ropa uso...	Gotas	34.	Haré un mueble con clavos y...	Choclos
6.	Al tapar el sol hago...	Martillos	35.	Cuando llueve me cubro con un...	Alcalde
7.	Las plantas tienen raíces y...	Ladrillos	36.	Antes del zapato me pongo el...	Asiento
8.	Para cerrar una camisa uso los...	Colegios	37.	Los postes dan...	Naranjas
9.	Iré a beber...	Elefantes	38.	Dentro de la sala hay un...	Tren
10.	Los sombreros se ponen en la...	Boleta	39.	Al mirar al cielo vi...	Cavernas
11.	Iré a leer el...	Parlante	40.	Dentro del huevo está la...	Barra
12.	Ese tenedor es de...	Manguera	41.	En el correo siempre hay un...	Bote
13.	En todo libro encuentro...	Cables	42.	Al almuerzo comí...	Alambre
14.	El reloj da la...	Pomada	43.	Algunas botellas son de...	Rodilla
15.	El camino es de...	Cuadernos	44.	Alumbro con una...	Peineta
16.	Con una goma puedo...	Cosechar	45.	Un fósforo esta hecho de...	Pimienta
17.	El desierto está lleno de...	Platos	46.	La taza esta hecha de...	Pantalla
18.	Los gatos limpian sus...	Ventanas	47.	Comeré un pan con...	Bencina
19.	De la impresora sale...	Lechuga	48.	Al camión se le pinchó su...	Pincel
20.	Para escuchar uso el...	Peldaño	49.	Pintaré mi casa con brocha y...	Trompeta
21.	La bandera chilena tiene una...	Oveja	50.	Las escobas están hechas para...	Pescar
22.	Sobre la bandeja están los...	Camellos	51.	Lavaré mis manos con un...	Teclado
23.	Las ballenas viven en el...	Cajón	52.	Muchas cajas son de...	Pestañas
24.	Una guitarra suena gracias a sus...	Tortugas	53.	El vino se hace con la...	Radio
25.	Algunas bolsas están hechas de...	Tarjetas	54.	Navegaré por el...	Paño
26.	Los tigres viven en la...	Cañería	55.	Para oler, uso la...	Cortina
27.	Las frases están hechas de...	Antenas	56.	Comí una ensalada de...	Pañuelos
28.	Con los números puedo...	Remar	57.	Bailaré al ritmo de la...	Esponja
29.	Algunos guantes son de...	Letras			

9.7. Anexo 7

CONSENTIMIENTO INFORMADO (del estudio previo)

TÍTULO DEL PROYECTO: Correlato corporal del procesamiento semántico.

INVESTIGADOR RESPONSABLE:

Ps. Pedro Díaz Cartes,

Depto. de Psicología / Doctorado en Psicología / UNIVERSIDAD DE CHILE

E - mail: pdiazcartes@ug.uchile.cl; p.diaz.cartes@gmail.com.

Fono: 98398030

- 1. INTRODUCCIÓN:** Este documento tiene como fin ayudarlo a tomar una decisión respecto a la participación en este experimento. Si participa, estará contribuyendo para que la ciencia pueda conocer mejor los fenómenos de comprensión y procesamiento de significado, lo que a su vez podría contribuir a la formación de teorías en torno a lo mismo, y de nuevas metodologías de enseñanza y terapia. Para cualquier duda, usted puede recurrir al encargado del experimento, cuyos datos se presentan al comienzo.
- 2. OBJETIVO:** Comprender la forma en que el cerebro procesa el significado de las palabras.
- 3. SELECCIÓN DE LOS PARTICIPANTES:** personas de ambos sexos, entre 18 y 35 años. Su participación es voluntaria, teniendo el derecho de abandonar el estudio en cualquier momento.
- 4. DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN:** Tareas observación de palabras escritas y resolución de problemas matemáticos: Durante la aparición de ciertas palabras, será registrada su actividad muscular y periférica mediante una serie de electrodos que no producen ningún daño ni físico ni psicológico. Las palabras que se le presentarán no tienen un tema en común, han sido elegidas al azar. La duración del estudio es de aproximadamente 50 minutos, y sólo tendrá que venir una vez a realizar el experimento.
- 5. RIESGOS:** Este procedimiento no es ni peligroso ni doloroso.
- 6. BENEFICIOS DEL ESTUDIO:** Este estudio no implica ningún beneficio directo para usted y si decide no participar, esto no lo perjudicará en nada en ningún sentido, menos en el académico.
- 7. COSTOS Y COMPENSACIONES:** La participación en este estudio es enteramente libre, no remunerada y la firma de este consentimiento no tiene ningún tipo de

repercusión económica, legal, ni obligatoria a futuro, ni tampoco ningún efecto (positivo o negativo) en sus estudios, rendimiento, o condición académica.

- 8. CONFIDENCIALIDAD:** Si bien los resultados que se obtengan pretenden servir para publicaciones de carácter científico, académico, congresos y revistas científicas, se garantiza confidencialidad, es decir, la identidad de los participantes permanecerá en secreto; ninguna persona ajena a esta investigación tendrá acceso a la información que se obtenga. La información obtenida en este estudio será almacenada informáticamente en la Universidad de Chile. En el caso de utilizar esta información en estudios posteriores se informará al participante y se solicitará un nuevo consentimiento.
- 9. RESULTADOS:** Los resultados descriptivos de los estudios serán entregados en forma individual y personal a cada participante en caso de que este los pida.
- 10. DERECHOS:** Usted tiene el derecho a negarse a participar o a retirarse de parte o la totalidad del estudio cuando lo desee, sin que esto lo perjudique y sin que sean necesarias explicaciones.

11. DECLARACION DEL PARTICIPANTE:

He sido invitada(o) a participar en el estudio “Correlato corporal del procesamiento semántico”. Entiendo en qué consistirá mi participación, y he leído la información del documento de consentimiento. He tenido tiempo para hacer preguntas y se me ha contestado claramente. No tengo ninguna duda sobre mi participación. Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento.

Acepto participar: Sí___ No___

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

En caso de dudas debe contactar al investigador responsable Pedro Díaz Cartes (datos al Comienzo). Si tiene preguntas respecto de sus derechos como participante puede contactarse con el Comité de Ética de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad de Chile (comitedeetica@uchile.cl), cuya presidenta es Marcela Ferrer Lues.

9.8. Anexo 8

CONSENTIMIENTO INFORMADO (del experimento principal)

TÍTULO DEL PROYECTO: Correlato corporal del procesamiento semántico.

INVESTIGADOR RESPONSABLE:

Ps. Pedro Díaz Cartes, Depto. de Psicología / Doctorado en Psicología / Universidad de Chile. E - mail: p.diaz.cartes@gmail.com; pdiazcartes@ug.uchile.cl
Fono: 98398030

1. INTRODUCCIÓN: Este documento tiene como fin ayudarlo a tomar una decisión respecto a la participación en este experimento. Si participa, estará contribuyendo para que la ciencia pueda conocer mejor los fenómenos de comprensión y procesamiento de significado, lo que a su vez podría contribuir a la formación de teorías en torno a lo mismo, y de nuevas metodologías de enseñanza y terapia. Para cualquier duda, usted puede recurrir al encargado del experimento, cuyos datos se presentan al comienzo.

2. OBJETIVO: Comprender la forma en que el cerebro procesa el significado de las palabras.

3. SELECCIÓN DE LOS PARTICIPANTES: Personas de ambos sexos, entre 18 y 35 años. Su participación es voluntaria, teniendo el derecho de abandonar el estudio en cualquier momento.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN: Tareas de observación y comprensión de frases, registro de actividad eléctrica cortical, muscular y periférica: Durante la observación de ciertas frases será registrada su actividad cerebral y corporal mediante una serie de electrodos que no producen ningún daño ni físico ni psicológico. Las frases que se le presentarán no tienen un tema en común, han sido elegidas al azar. La duración del experimento es de aproximadamente 20 minutos, y sólo tendrá que venir una vez a realizarlo.

5. RIESGOS: Este procedimiento no es ni peligroso ni doloroso.

6. BENEFICIOS DEL ESTUDIO: Este estudio no implica ningún beneficio directo para usted y si decide no participar, esto no lo perjudicará en nada en ningún sentido, menos en el académico.

7. COSTOS Y COMPENSACIONES: La participación en este estudio es enteramente libre, no remunerada y la firma de este consentimiento no tiene ningún tipo de repercusión económica, legal, ni obligatoria a futuro, ni tampoco ningún efecto (positivo o negativo) en sus estudios, rendimiento, o condición académica.

8. CONFIDENCIALIDAD: Si bien los resultados que se obtengan pretenden servir para publicaciones de carácter científico, académico, congresos y revistas científicas, se garantiza confidencialidad, es decir, la identidad de los participantes permanecerá en

secreto; ninguna persona ajena a esta investigación tendrá acceso a la información que se obtenga. La información obtenida en este estudio será almacenada informáticamente en la Universidad de Chile. En el caso de utilizar esta información en estudios posteriores se informará al participante y se solicitará un nuevo consentimiento.

9. RESULTADOS: Los resultados descriptivos de los estudios serán entregados en forma individual y personal a cada participante en caso de que este los pida.

10. DERECHOS: Usted tiene el derecho a negarse a participar o a retirarse de parte o la totalidad del estudio cuando lo desee, sin que esto lo perjudique y sin que sean necesarias explicaciones.

11. DECLARACION DEL PARTICIPANTE

He sido invitada(o) a participar en el estudio "Correlato corporal del procesamiento semántico". Entiendo en qué consistirá mi participación, y he leído la información del documento de consentimiento. He tenido tiempo para hacer preguntas y se me ha contestado claramente. No tengo ninguna duda sobre mi participación.

Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento.

Acepto participar: Sí ___ No ___

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

En caso de dudas debe contactar al investigador responsable Pedro Díaz Cartes (datos al comienzo). Si tiene preguntas respecto de sus derechos como participante puede contactarse con el Comité de Ética de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad de Chile (comitedeetica@uchile.cl), cuya presidenta es Marcela Ferrer Lues.

9.9. Anexo 9

SCL-90-R.
Adaptación UBA, CONICET, 1999/2008.
Prof. M.M. Casullo.

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Psicología, Cátedra Prof. M.M. Casullo, 1998, CONICET.

L. R. Derogatis,
Adaptación U.B.A. 1999.

Nombre..... **Edad**:..... **Fecha de hoy**:

Marcar con una cruz las opciones que correspondan

Sexo:

Mujer Varón

Educación:

Primario incompleto Secundario incompleto Terciario incompleto
 Primario completo Secundario completo Terciario/universitario completo

Estado civil:

Soltero Divorciado Viudo/a
 Casado Separado En pareja

Ocupación:

Lugar de nacimiento:

Lugar de residencia actual:

A continuación le presentamos una lista de problemas que tiene la gente.

Lea cada uno de ellos y marque su respuesta con una cruz en la casilla correspondiente, pensando en cómo se sintió, en qué medida ese problema le ha preocupado o molestado durante la última semana (7 días).

Tiene cinco (5) posibilidades de respuesta:

NADA - MUY POCO - POCO – BASTANTE – MUCHO.

No hay respuestas buenas o malas: todas sirven. No deje frases sin responder.

1. Dolores de cabeza.
2. Nerviosismo.
3. Pensamientos desagradables que no se iban de mi cabeza.
4. Sensación de mareo o desmayo.
5. Falta de interés en relaciones sexuales.
6. Criticar a los demás.

Nada	Muy Poco	Poco	Bastante	Mucho

9.10. Anexo 10

SCL-90-R.
Adaptación UBA, CONICET, 1999/2008.
Prof. M.M. Casullo.

Normas Adultos Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Conurbano Bonaerense.

FEMENINO adultos													
T	SOM	OBS	SI	DEP	ANS	HOS	FOB	PAR	PSIC	IGS	TSP	IMSP	T
30	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	9,00	1,12	30
35	0,17	0,20	0,11	0,23	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	15,00	1,25	35
40	0,25	0,40	0,22	0,38	0,30	0,17	0,00	0,17	0,10	0,37	21,12	1,43	40
45	0,42	0,70	0,44	0,62	0,60	0,33	0,00	0,33	0,20	0,52	29,00	1,59	45
50	0,75	1,00	0,67	0,85	0,80	0,67	0,29	0,67	0,40	0,73	37,00	1,85	50
55	1,00	1,40	1,11	1,23	1,20	1,00	0,57	1,17	0,70	1,04	47,00	2,12	55
60	1,49	1,80	1,44	1,77	1,60	1,50	0,86	1,67	1,00	1,36	57,00	2,41	60
63	1,83	2,10	1,67	2,00	1,80	1,67	1,14	2,00	1,10	1,62	62,00	2,53	63
65	2,00	2,20	1,89	2,23	2,13	1,83	1,29	2,17	1,30	1,74	66,00	2,67	65
70	2,36	2,90	2,60	2,80	2,50	2,56	2,00	3,00	1,97	2,18	74,00	2,99	70
75	2,87	3,41	3,00	3,31	3,04	3,17	2,63	3,78	2,57	2,46	77,71	3,15	75
80	3,00	3,50	3,00	3,69	3,10	3,33	3,14	4,00	2,70	2,54	82,00	3,27	80

Puntajes T normalizados. Población general Buenos Aires. N: 381 25 a 60 años . Casullo – Pérez (2008)

MASCULINO adultos													
T	SOM	OBS	SI	DEP	ANS	HOS	FOB	PAR	PSIC	IGS	TSP	IMSP	T
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	5,60	1,05	30
35	0,00	0,20	0,00	0,08	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	10,00	1,22	35
40	0,08	0,30	0,11	0,23	0,20	0,17	0,00	0,17	0,00	0,29	16,00	1,36	40
45	0,25	0,50	0,33	0,38	0,40	0,33	0,00	0,33	0,20	0,41	23,80	1,56	45
50	0,42	0,80	0,56	0,69	0,60	0,67	0,14	0,67	0,30	0,61	32,00	1,75	50
55	0,75	1,30	0,89	1,02	0,90	1,00	0,29	1,17	0,50	0,88	41,20	2,00	55
60	1,08	1,70	1,33	1,38	1,30	1,33	0,57	1,50	0,90	1,10	52,00	2,25	60
63	1,25	1,90	1,56	1,62	1,60	1,67	0,86	1,83	1,20	1,32	57,00	2,40	63
65	1,42	2,20	1,67	1,77	1,70	1,83	1,00	2,07	1,40	1,49	61,00	2,53	65
70	1,75	2,60	2,38	2,42	2,28	2,57	1,43	2,67	1,74	1,84	75,00	2,91	70
75	2,31	3,40	3,00	2,88	2,67	3,17	1,88	2,95	2,17	2,17	79,72	3,30	75
80	2,50	3,60	3,22	3,15	2,70	3,83	2,71	3,17	2,30	2,22	85,00	3,65	80

Puntajes T normalizados. Población general Buenos Aires. N: 379 25-60 años. Casullo – Pérez (2008)

10. Bibliografía:

- Aboitiz F, & G. (2009). Merging of phonological and gestural circuits in early language evolution. *Rev. in the Neurosciences*, 20(1), 71-84.
- Anderson, M. (2003). Embodied Cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*, 149, 91 – 130.
- Arbib, M., & Bota, M. (2003). Language evolution: neural homologies and neuroinformatics. *Neural Networks*, 16,, 1237–1260.
- Barsalou, L. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and brain sciences*, 22, 577 – 660.
- Bartholow, B., Fabiani, M., Gratton, G., & Bettencour, B. (2001). A psychophysiological examination of cognitive processing of and affective responses to social expectancy violations. *Psychological science*, 12(3), 197 – 204.
- Borghi, A. (2005). Object Concepts and Action. En D. Pecher, & R. Zwaan (Edits.), *The grounding cognition*. EEUU:: Cambridge Press.
- Bradley, M. (2000). Emotion and motivation. En J. T. Cacioppo, L. Tassinary, & G. G. Bernston (Edits.), *Handbook of Psychophysiology*. New York: Cambridge University Press.

- Bradley, M., Cadispoti, M., Cuthbert, B., & Lang, P. (2001). Emotion and Motivation I: Defensive and Appetitive Reactions in Picture Processing. *Emotion, 1*(3), 276 - 298.
- Carlson, L., & Kenny, R. (2005). Constraints on Spatial Language Comprehension: Function and Geometry. En D. Pecher, & R. Zwaan (Edits.), *The grounding cognition*. EEUU: Cambridge Press.
- Casullo, M. M., & Pérez, M. (1999 - 2008). El inventario de síntomas SCL-90-R de L. Derogatis. *CONICET*, 1 - 12. Adaptación UBA CONICET.
- Clark, A. (1997). *Being There, putting brain, body and world together again*. Cambridge: Bradford book.
- Cornejo, C., Simonetti, F., Ibáñez, A., Aldunate, N., Ceric, F., Lopez, V., & Nuñez, R. (2009). Gesture and metaphor comprehension: Electrophysiological evidence of cross-modal coordination by audiovisual stimulation. *Brain and Cognition, 70*, 42–52.
- Cosmelli, D., & Thompson, E. (2007). Embodiment or envatment? Reflections on the bodily basis of consciousness. En J. Stewart, O. Gapenne, & E. Di Paolo (Edits.), *Enaction: towards a new paradigm for cognitive science*. (falta): Mit press.
- Davidson, R. (2003). Affective neuroscience and psychophysiology: Toward a synthesis. *Psychophysiology, 40*, 655–665.
- Dawson, M., Schell, A., & Fillion, D. (2000). The electrodermal system. En J. Cacioppo, L. Tassinary, & G. Bernston (Edits.), *Handbook of Psychophysiology*. Boston: Cambridge University Press.

- Debruille, J., Pineda, J., & Renault, B. (1996). N400-like potentials elicited by faces and knowledge inhibition. *Cognitive Brain Research*, *4*, 133–144.
- Dimberg, U., Thunberg, M., & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, *11*, 86–89.
- Dimberg, U., Thunberg, M., & Grunedal, S. (2002). Facial reactions to emotional stimuli: automatically controlled emotional responses. *Cognition and Emotion*, *16*, 449–471.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, *7*(2), 336.
- Federmeier, K., & Kutas, M. (2001). Meaning and modality: Influences of context, semantic memory organization and perceptual predictability on picture processing. *Journal of experimental psychology: learning memory and cognition*, *27*(1), 202 – 204.
- Federmeier, K., Kirson, D., Moreno, E., & Kutas, M. (2001). Effects of transient, mild mood states on semantic memory organization and use: an event-related potential investigation in humans. *Neuroscience Letters*, *305*, 149 – 152.
- Freeman, W., & Nuñez, R. (1999). Restoring to cognition the forgotten primacy of action, intention and emotion. *Journal of consciousness studies*, *6*(11 - 12), ix – xix.
- Galantucci, B. (2005). An Experimental Study of the Emergence of Human Communication Systems. *Cognitive Science*, *29*, 737-767.
- Ganis, G., & Kutas, M. (2003). An electrophysiological study of scene effects on object identification. *Cogn Brain Res*, *16*, 123 - 144.

- Ganis, G., Kutas, M., & Sereno, M. (1996). The search for “common sense”: an electrophysiological study of the comprehension of words and pictures in reading. *Journal of cognitive neuroscience*, 8(2), 89 – 106.
- Gazzaniga, M., Ivry, R., & Mangun, G. (1998). *Cognitive Neuroscience: The biology of mind*. New York: Norton & Company.
- Glenberg, A., & Kaschak, M. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 558 – 565.
- Glenberg, A., Havas, D., Becker, R., & Rinck, M. (2005). Grounding language in bodily states: The case for emotion. En D. Pecher, & R. Zwaan (Edits.), *The grounding cognition*. EEUU: Cambridge Press.
- Harnad, S. (1990). The Symbol Grounding Problem. *Physica D*, 42, 335 - 346.
- Havas, D., Glenberg, A., & Rinck, M. (2007). Emotion simulation during language comprehension. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 436 – 441.
- Hebb, D. (1949). *The organization of behavior*. Montreal: Wiley.
- Held, R., & Hein, A. (1963). Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56(5), 872 – 876.
- Holt, D. J., Lynn, S. K., & Kuperberg, G. R. (2009). Neurophysiological correlates of comprehending emotional meaning in context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 2245 – 2262.

- Ibáñez, A., López, V., & Cornejo, C. (2006). ERPs and contextual semantic discrimination: Degrees of congruence in wakefulness and sleep. *Brain and Language*, 98, 264 – 275.
- Kandel, E., Schwartz, J., & Jessell, T. (1991). *Principles of neural science*. EEUU: Appleton & Lang.
- Kuipers, J. R., & Thierry, G. (2011). N400 amplitude reduction correlates with an increase in pupil size. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 61.
- Kutas, M., & Federmeier, K. (2011). Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annu. Rev. Psychol.*, 62, 621–47.
- Kutas, M., & Hillyard, S. (1983). Event-related brain potentials to grammatical errors and semantic anomalies. *Memory & Cognition*, 11(5), 539 - 550.
- Kutas, M., & Iragui, V. (1998). The N400 in a semantic categorization task across 6 decades. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 108, 456 – 471.
- Lakoff, G. (1993). The contemporary theory of metaphor. En A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought*. EEUU: Cambridge University Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh: The embodied mind and its challenge to the western Thought*. New York: Basic Books.
- Lakoff, G., & Núñez, R. (2000). *Where mathematics come from*. EEUU: Basic Books.

- Lang, P. (1995). The emotion probe. Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, *50*, 372 - 385.
- Lang, P., Bradley, M., & Cuthbert, B. (1990). Emotion, Attention, and the Startle Reflex. *Psychological Review*, *97*, 377 - 395.
- Larsen, J., Norris, C., & Cacioppo, J. (2003). Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii. *Psychophysiology*, *40*, 776 - 785.
- Luck, S. J. (2005). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. EEUU: Mit Press.
- Mitchell, R. L. (2006). Does incongruence of lexicosemantic and prosodic information cause discernible cognitive conflict? *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.*, *6*(4), 298 – 305.
- Münte, T., Brack, M., Grootheer, O., Wieringa, B., Matzke, M., & Johannes, S. (1998). Brain potentials reveal the timing of face identity and expression judgments. *Neuroscience Research*, *30*, 25 – 34.
- Nummenmaa, L., Glerean, E., Hari, R., & Hietanen, J. (2014). Bodily maps of emotions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(2), 646 - 651.
- Pecher, D., & Zwaan, R. (2005). Introduction to Grounding Cognition: The Role of Perception and Action in Memory, Language, and Thinking. En D. Pecher, & R. Zwaan (Edits.), *The grounding cognition*. EEUU: Cambridge Press.
- Pecher, D., Zeelenberg, R., & Barsalou, L. (2003). Verifying different modality properties for concepts produces switching costs. *Psychological Science*, *14*, 119 – 124.

- Perrin, F., & García - Larrea, L. (2003). Modulation of the N400 potential during auditory phonological / semantic interaction. *Cognitive Brain Research*, 17, 36 – 47.
- Prinz, J. (2005). Passionate Thoughts: The Emotional Embodiment of Moral Concepts. En D. Pecher, & R. Zwaan (Edits.), *The grounding cognition*. EEUU: Cambridge Press.
- Proverbio, A. M., & Riva, F. (2009). RP and N400 ERP components reflect semantic violations in visual processing of human actions. *Neuroscience Letters*, 459, 142 - 146.
- Pulvermüller, F. (1999). Words in the brain's language. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(2), 253 - 279.
- Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Katz, L., La Mantia, A., McNamara, J., & Williams, S. (2004). *Neuroscience*. Sunderland (MA): Sinauer Associates Inc.
- Reid, V., & Striano, T. (2008). N400 involvement in the processing of action sequences. *Neuroscience letters*, 433, 93 – 97.
- Sadowsky, S., & Martínez, R. (2004). *Lista de Frecuencias de Palabras del Castellano de Chile (Lifcach) .Versión 1.0/1.1. Base de datos electrónica*. Obtenido de <http://sadowsky.cl/lifcach.html>
- Sass, S., Heller, W., Stewart, J., Levin, R., Sifton, J., Edgar, C., Miller, G. (2010). Time course of attentional bias in anxiety: Emotion and gender specificity. *Psychophysiology*, 47, 247 – 259.

- Schirmer, A., & Kotz, S. A. (2003). ERP evidence for a sex-specific stroop effect in emotional speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*, 1135 – 1148.
- Steels, L. (2008). The symbol grounding problem has been solved. So what's next? En M. de Vega (Ed.), *Symbols and embodiment: Debates on meaning and cognition* (págs. 223 - 244). Oxford: Oxford University Press.
- Thelen, E., Shöner, G., Sheier, C., & Smith, L. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant pereverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*, 1 – 86.
- Titone, D., & Salisbury, D. (2004). Contextual modulation of N400 amplitude to lexically ambiguous words. *Brain and Cognition*, *55*, 470 – 478.
- Toivonen, M., & Rämä, P. (2009). N400 during recognition of voice identity and vocal affect. *NeuroReport*, *20*, 1245 – 1249.
- Van Berkum, J., Hagoort, P., & Brown, C. (1999). Semantic Integration in Sentences and Discourse: Evidence from the N400. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11*(6), 657 – 671.
- Van Berkum, J., Zwitserlood, P., Hagoort, P., & Brown, C. (2003). When and how do listeners relate a sentence to the wider discourse? Evidence from the N400 effect. *Cognitive Brain Research*, *17*, 701 – 718.
- Van Petten, C., & Luka, B. (2006). Neural localization of semantic context effects in electromagnetic and hemodynamic studie. *Brain and Language*, *97*, 279 – 293.
- Varela, F. (1979). *Principles of biological autonomy*. EEUU: Elsevier North Holland.

- Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *The embodied mind: cognitive science and human experience*. EEUU: MIT.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9(4), 625 – 636.
- Windmann, S., & Kutas, M. (2001). Electrophysiological correlates of emotion-induced recognition bias. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 577 - 592.
- Zwaan, R., & Madden, C. (2005). Embodied Sentence Comprehension. En D. Pecher, & R. Zwaan (Edits.), *The grounding cognition*. EEUU: Cambridge Press.