

LENGUAJE VERBAL Y NO VERBAL: MARCADORES CEREBRALES DE LA ADQUISICIÓN DE LA SEGUNDA LENGUA A NIVEL LITERAL Y FIGURATIVO

VERBAL AND NON-VERBAL LANGUAGE: CEREBRAL
MARKERS IN SECOND LANGUAGE ACQUISITION
AT A LITERAL AND FIGURATIVE LEVEL

CHRISTOPHER SREPEL

Laboratorio de Neurociencias Cognitivas
Universidad Diego Portales, Santiago, Chile
csrepel@gmail.com

AGUSTÍN IBÁÑEZ

Laboratorio de Neurociencias Cognitivas
Universidad Diego Portales, Santiago, Chile
agustin.ibanez@udp.cl

Recibido: 23-09-2010 **Aceptado:** 6-05-2011.

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo indagar sobre el lenguaje no verbal, específicamente los gestos, y la adquisición de una segunda lengua a partir de una investigación de neurociencia. La muestra estuvo conformada por treinta adultos de habla hispana que hablan alemán, los que fueron separados a partir del nivel de esta segunda lengua, para que desde un paradigma de videos con gesto y expresiones verbales respondiesen la congruencia de una serie de video clips en alemán (176 escenas, 44 clips para cada gesto-expresión: (a) expresión literal con un gesto congruente; (b) una expresión literal con un gesto incongruente; (c) una expresión metafórica con un gesto congruente; y (d) expresiones metafóricas con un gesto incongruente). Se utilizaron cinco regiones de interés (ROIs) para la representación y análisis. Los resultados sugieren que la información gestual modula el procesamiento cerebral asociado a aspectos figurativos y literales del lenguaje en ambos grupos de participantes. Sin embargo, se observan diferencias en aquellos participantes de habla alemana de nivel alto como de habla alemana de nivel bajo. Finalmente se discute la importancia del contexto en el uso del lenguaje y en la dinámica cerebral; y su relevancia en la adquisición de una segunda lengua.

Palabras clave: Lenguaje, expresión literal, expresión metafórica, gestos, ROIs.

Abstract: In spoken language, there is a tight link among verbal utterances, gestures and context. Gestures are concurrently articulated with words and help with understanding the meaning of utterances. This is particularly evident in figurative language, where considerable amounts of contextual information is required for understanding. Because of the universal aspects of concepts that gestures often represent, and their implication in capturing contextual information, gestures should play an important role in second language acquisition and comprehension. In this study two event related potential components N400 and Late Positive Complex (LPC) have been considered in a task involving the observation of videos showing utterances accompanied by gestures. Both advanced and basic students of German as a second language participated. Congruence between each utterance and its gesture, and the metaphoricality of content was manipulated. As in previous reports, metaphors showed to be highly sensitive to context. Also, our results suggest that semantic processing is robust since early learning of a second language, although amplitude modulation and latency might depend on the proficiency level.

Keywords: Language, literal expression, metaphorical expression, gestures, ROIs.

1. Introducción

AL MOMENTO de crear un sentido sobre la realidad y de situarse en ella, la mente no lo hace de manera aislada sino que en relación al contexto en el que se encuentre. Se genera una co-construcción del sentido, un diálogo con el mundo exterior que en conjunto a la experiencia subjetiva genera una manera de entender y moverse en la realidad. Es la interacción en conjunto a la intencionalidad en un contexto específico que nos va a permitir crear un significado de la realidad, y más específico aún, se trataría de hacer sentido de la acción en un contexto específico a partir del lenguaje (Ibáñez, 2008).

La capacidad de poder situarse en distintos contextos va a depender de nuestras habilidades verbales y no verbales. El tipo de comunicación que se establece en un determinado contexto permitirá una manera específica de entender la realidad, para lo cual la adquisición de distintas lenguas y habilidades no verbales, como los gestos, son de suma importancia.

Las diferencias entre los distintos idiomas obligaría la adquisición de nuevas habilidades para su aprendizaje, que traen consigo nuevas maneras de expresión tanto verbal como gestual (Ojima, 2005; Stam, 2006). El lenguaje tiene un rol importante en el ser humano y, en el momento en que uno establece una relación con alguien, dejamos de ser sujetos aislados con una realidad en particular, se crearía una realidad compartida al momento de poder empatizar emocionalmente. Se habla de mecanismos emocionales que permitirían al individuo poder entender las emociones del resto de las personas que en parte son propiciados por la capacidad gestual del sujeto.

El presente proyecto de memoria tiene como fin realizar una revisión teórica sobre el lenguaje no verbal, específicamente los gestos, y la adquisición de una segunda lengua, a partir de una investigación que se realizó en el área de neurociencias en psicología en la Universidad Diego Portales que se titula “Influencia de los gestos en el lenguaje figurativo en hablantes no nativos: Evidencia en base a potenciales relacionados a eventos”, la que tiene como propósito determinar si el correlato electrofisiológico del procesamiento de las metáforas y oraciones literales está modulado por la información gestual mostrada a participantes con un bajo y alto nivel de la segunda lengua.

2. Claves paralingüísticas

Si bien el lenguaje verbal permite un tipo de habilidades y suele entenderse de manera más directa que el no verbal, este último entrega un tipo de información muy importante sobre la emocionalidad del sujeto. Se trata de una manera de expresión que entrega detalles más específicos sobre el estado anímico que por medio de diversos mecanismos neuronales el receptor logra sentir y experimentar de una manera muy similar a la que le sucede al emisor.

Este tipo de comunicación (lenguaje no verbal) se puede clasificar en cuanto a claves de tipo paralingüísticas. Existe lo que son las claves lingüísticas y no lingüísticas. La primera hace relación al tono emocional, pronunciación, el acento, la sincronización temporal del habla y lo que le llega al receptor por el canal auditivo, y la segunda trata de los gestos, el contacto corporal, la dirección de la mirada, los aspectos del entorno, y aquello que llega al receptor por los canales de la vista, el tacto, el gusto y el olfato (Paloma, 1985). Sin el cuerpo este tipo de claves no se harían posibles ya que en la expresión no verbal el cuerpo juega un rol fundamental. Este tipo de claves son aprendidas culturalmente y están impregnadas por nuestra experiencia.

El cuerpo siempre está expresando algo, queramos o no. Por ejemplo, nuestra postura corporal, cómo nos sentamos, cómo comemos y hasta los dolores, son signos que van a expresar nuestro estado anímico y mental. Esto es algo que vamos adquiriendo a través de la experiencia, de nuestra manera de expresar y conocer el medio que nos rodea. Es importante recordar que hemos aprendido a expresarnos de tal o cual forma para que así también nuestro contexto social nos entienda y no quedemos excluidos de éste. Es un aprendizaje de tipo social y ambiental en el que los gestos tienen un rol bastante importante.

Los gestos van a mejorar la percepción del aprendizaje de otra lengua en el nivel de procesamiento fonológico (Navarra y Soto-Faraco, 2007), al igual

que la habilidad musical, tanto así que hay datos científicos que avalan la idea que dicha habilidad puede predecir aspectos del aprendizaje de la primera lengua (Slevc y Miyake, 2006). Algunos recursos que facilitarían la adquisición de una segunda lengua sería la similitud fonológica que existe entre la lengua nativa y la lengua a aprender, lo que en parte se podría explicar por la semejanza en la fonética. Desde esta perspectiva la representación de los sonidos nativos ya existente en el hablante va a determinar la categorización de los sonidos no nativos en su procesamiento del lenguaje.

Los gestos y el discurso expresarían dos aspectos del pensamiento, lo verbal y la imaginario (Stam, 2006), a lo que el cerebro analizaría el contenido visual y auditivo como uno solo (Navarra y Soto-Faraco, 2007). El uso de los gestos y del discurso permiten que el oyente pueda percibir de mejor manera las palabras utilizadas, y como señala Ibáñez (2008) en una de sus investigaciones, el uso de claves no lingüísticas facilitaría la expresión verbal. Este último autor señalado investigó el efecto visual del discurso en la percepción de una segunda lengua. Notó que en el discurso de los movimientos articulatorios del emisor se genera información relevante sobre el contenido visual y auditivo, lo que facilita este proceso de diálogo. Además se señala que los niños más jóvenes son sensibles en notar las diferencias más sutiles en los distintos idiomas, pero que, al estar presentes a la lengua hablada en sus contextos por más de 6 meses (entre 6 a 10), sufren una reducción de esta capacidad, que con el tiempo aumenta.

Existe evidencia que demuestra que los gestos ocurren con mayor frecuencia cuando se está dando información espacial, y tienden a facilitar el proceso de memorización de este tipo de información y también de la verbal. Al haber una menor representación espacial surgiría una tendencia a ocupar menos los gestos, asimismo el uso de los gestos permite que se ocupen menos recursos que hacerlo a través de la memoria (Ahlsén, 2008).

Otro tipo de evidencias señala que los gestos ayudarían a trasladar las imágenes mentales a la expresión verbal. Se trata de manifestar las imágenes en palabras (Ahlsén, 2008). Para comprobar esto se señala que los gestos aumentan cuando hay una dificultad léxica (tienden a ayudar en la organización gramatical) y que el prohibirlos dificulta la expresión verbal. Generalmente se tienden a utilizar los gestos cuando hay una dificultad al acceso de la palabra y gracias a éste se tiende a menos errores en la comunicación. Ibáñez y cols. (2008) señalan que el uso de los gestos que concuerden con el discurso facilita la comprensión y hasta la interpretación de la expresión, especialmente cuando el mensaje es difícil de entender para el receptor.

La expresión verbal y los gestos se complementan y se “simbolizan de una manera inmediata y recíproca en el cuerpo” (Paloma, 1985: 149). El utilizar ambas formas de expresión permite que el receptor pueda lograr un nivel

de empatía mayor. De echo, utilizar los gestos en conjunto al habla mejora el nivel de comprensión, y hasta permite disminuir la cantidad de palabras utilizadas (Willhelms y Hagoort, 2007). Estos últimos autores señalan que la combinación gestos-habla (co-speech gesture) evocaría un proceso semántico, lo que facilitaría la interpretación del mensaje, ya que permite entender el mensaje como una totalidad más que sólo por sus partes. El mensaje no va a ser entendido de la misma manera si es enviado sólo por el habla a si es combinado con el gesto, ya que no se van a activar las mismas áreas neurales.

3. Adquisición de una segunda lengua

La adquisición de una segunda lengua está relacionada a una nueva manera específica de pensar que permite un desenvolvimiento más adecuado a la situación y al despliegue de ciertas habilidades a ese contexto, pero al mismo tiempo va a limitar otro tipo de habilidades que se generan con otros contextos y lenguas (Stam, 2006). Este aprendizaje a otra manera de pensar se trata de otra manera lógica de desenvolverse. Son patrones del pensamiento que se modifican al momento de aprender otro idioma, pero, a pesar de esto, una segunda lengua aprendida después de la infancia podría regirse por las mismas propiedades del cerebro que regulan el aprendizaje de la primera lengua en la infancia (Ojima, 2005).

Estudios sobre esta adquisición muestran la existencia de un mecanismo que permite el cambio de una lengua a otra que se denomina “Lengual switching” (Christoffels, 2007). Este mecanismo inhibe una lengua permitiendo la actividad relacionada a la lengua a utilizar, se trata de un mecanismo de selección de la segunda lengua. Este autor señala que se trata de una habilidad que crean los hablantes bilingües en la cual ellos podrían controlar el uso de un idioma a/u otro. Se puede restringir un idioma para hacer uso de otro pero al mismo tiempo existe esta habilidad para cambiar flexiblemente dependiendo del contexto.

Es interesante señalar que la lengua nativa (L1) estaría siendo inhibida constantemente cuando se hace uso de la segunda lengua (L2), mas no así la L2 cuando se hace uso de la L1. Se sugiere la posibilidad de entender esto como un tipo de jerarquía al momento de inhibición del idioma teniendo como preferencia a la lengua nativa. Según Costa y Santesteban (2004), sujetos bilingües aprenden mecanismos del lenguaje específicos que luego se van a aplicar a otro idioma independiente del nivel que se tenga. Como muestra separó dos grupos de hablantes bilingües de Catalán-Español a los que se les mostró distintos verbos de tipo regulares e irregulares. Un grupo hablaba Español como primera lengua y Catalán como segunda mientras

que el otro grupo aprendió Catalán primero y luego Español. Las diferencias que surgen a partir del potencial evocado, muestran que la manera en que el proceso morfológico se da es distinto en la segunda lengua. En los verbos regulares se mostró el mismo tipo de modulación, mientras que las diferencias entre los grupos se observó en los verbos de tipo irregulares. Los resultados sugieren que la similitud entre las lenguas puede ayudar en su aprendizaje pero sólo para el caso de aquellos idiomas con estructuras de tipo similares, mas no así estructuras que difieren demasiado entre sí, y cuando hay un sistema morfológico similar. Respecto al costo de cambio de una lengua a otra, Christoffels (2007) no encontró datos significativos en sujetos bilingües. Sus resultados indican que el cambio del lenguaje (lingual switching) está asociado con una modulación pequeña de la amplitud. Así también en contextos con dos lenguas se ve un efecto mayor en L1 que en L2. Cuando hablantes bilingües hablan en una sola lengua, no se activan los mecanismos de ésta que no son concordantes al contexto, mas cuando se encuentran en un contexto bilingüe, ambas lenguas se encuentran casi constantemente activadas. El tiempo de reacción y los datos recolectados señalan que el uso de dos lenguas al mismo tiempo tiene un impacto mayor en L1 que en L2 (Christoffels, 2007).

Desde la visión jerárquica el acceso a las palabras de la segunda lengua se haría por medio del nivel léxico de la lengua nativa. En contraste a esta postura se encuentra el modelo de la mediación conceptual que indica que hay un acceso directo de los conceptos de cada palabra para cada idioma, por lo que en el caso de la segunda lengua habría un acceso directo a ésta sin la mediación de la L1. Hay datos que indican que no sucedería lo mismo con aquellos que están recién aprendiendo la L2, en el que habría un acceso a la L1 para entender palabras de esta segunda lengua. Los puentes del nivel léxico son mayores desde la L2 a la L1, siendo esta última la que tiene una mayor conexión a los conceptos debido a ser la primera lengua en ser aprendida. La selección léxica ocurre al momento de seleccionar un ítem léxico de un léxico mental mayor. En hablante bilingües hay indicios que este proceso de selección léxica, a pesar de tratarse de idiomas distintos, ocurre simultáneamente. (De Diego Balaguer y cols., 2005)

En la adquisición de la segunda lengua hay distintas habilidades que facilitan este proceso, entre las que se han estudiado y han dado resultados significativos se encuentran el uso de los gestos y de las habilidades musicales. Las habilidades musicales y las competencias lingüísticas podrían compartir mecanismos neuronales similares, lo que podría explicar el porqué aquellos sujetos con habilidades musicales tienen más facilidad en aprender una segunda lengua que aquellos sin dicha competencia. Milanov y colaboradores

(2007) investigaron la relación entre la aptitud musical y la capacidad de en una segunda lengua. La muestra estuvo conformada por dos grupos de niños, uno con más capacidad en la segunda lengua y otros con menos. Se hizo una relación a esta capacidad con las habilidades musicales. Los resultados señalan que sí habría una relación entre las habilidades musicales y las habilidades lingüísticas a nivel de mecanismos neuronales. Esto se podría explicar como producto de la ayuda del sonido en la fonética del idioma. La habilidad musical permitiría al individuo utilizarla al momento de aprender una segunda lengua, cosa que le disminuiría la dificultad debido a la semejanza auditiva.

4. Teoría de la simulación

Estudios señalan que hay una relación significativa entre la expresión corporal de la emoción y el modo en que ésta es atendida e interpretada. El modelo del “*Embodying emotion*” (teoría que se refiere a la inexistencia de la separación mente-cuerpo, y asume que las propiedades abstractas de la mente que estarían enraizadas en el cuerpo) postula que, cuando se adopta una postura corporal específica, ésta trae consigo también una cierta emoción (Niedenthal, 2007). Se ha descubierto que al momento de observar o imitar caras con expresiones de distintas emociones hay un incremento de la actividad neuronal en las regiones que están implicadas en la expresión facial de las emociones, como, por ejemplo, el surco temporal superior, la ínsula anterior y la amígdala, así también algunas partes de la corteza promotora correspondiente a la expresión facial (Decety y Grezes, 2006).

Relacionando lo anterior con la adquisición de una segunda lengua, algunos estudios sugieren que la percepción discursiva es mayor a la expresión verbal y, asimismo, otras investigaciones muestran que la información visual (gestos articulados) presentadas con el lenguaje hablado incrementan la percepción auditiva de la L2 por medio de la integración multi-sensorial.

El correlato neuronal a partir del lenguaje verbal es tomado en diferentes modalidades sensoriales, en el que el procesamiento de dicha información es comparado con lo que el individuo sabe a nivel emocional en relación de lo que sabe de otras cosas. Niedenthal (2007) indica esto desde el modelo teórico del “*embodied cognition*”, que explica la adquisición de la información en relación al funcionamiento emocional desde la observación al resto de las personas, y cómo éste es procesado en un nivel tanto corporal como subjetivo, en una relación constante. Uno siempre está incorporando y procesando información proveniente de la percepción y todo lo que nos sucede

en el aspecto corporal y cognitivo. Se propone que los procesos cognitivos mayores, como el lenguaje, ocuparían de manera parcial las reactivaciones del sistema sensorio, motor y afectivo.

La teoría del “Embodied Cognition” sirve para entender cómo, al vivir un evento, la experiencia corporal y subjetiva están interconectadas y relacionadas con las neuronas, y viceversa. Esto permite que en el momento de evocar (de sólo pensar en lo sucedido), un cierto patrón de neuronas se activa ante la impresión visual. Esta activación va a activar en cadena otros patrones neurales, por ejemplo: el recuerdo que surge a partir del área auditiva puede ser activado y reaccionar sobre el recuerdo del área afectiva. Que en un comienzo sólo se active un cierto patrón neural se debe a que la puesta de atención es dirigida hacia los aspectos más importantes para el individuo, por lo que su atención se dirigirá hacia lo más importante de lo recordado.

Desde esta perspectiva, la experiencia emocional no va a poder ser reproducida en su totalidad si no hay una corporización (embodied emotion), una emulación corporal de la vivencia. Hostetter y Alibali (2008), en una de sus investigaciones, pidieron a los participantes que observasen cómics mientras sostenían un lápiz en la boca. Los primeros tenían que afirmarlo con los dientes, cosa que les permitía sonreír, mientras que a los del segundo grupo se les pidió que lo afirmasen con los labios, lo que no les permitía sonreír. El resultado fue que el primer grupo pudo comprender mucho mejor el sentido del humor del cómic mientras que el segundo tuvo dificultades. Esto demostraría que para poder experimentar un estado emocional es muy importante corporeizarlo, y esta corporización debe ser adecuada a la emoción relacionada, tiene que haber una coherencia gestual y emocional. En este proceso de empatizar y lograr sentir y experimentar lo que el otro vivencia, sucede a nivel cortical, sucedería primero la experiencia propia y luego la externa, lo que muestra que hay una preferencia a la manera propia de pensar antes que a la del resto de la gente.

Como el título lo señala, lo antes mencionado se encuentra enmarcado en la “teoría de la simulación”, que pretende explicar cómo es que podemos emular lo sentido por el otro por medio del acto de la comunicación, en el cual un grupo de neuronas sería activado en el momento en que se percibe una acción y con las que se logra después a través del acto de evocar reproducirla por sí mismo. Este proceso no sólo ocurre a nivel neuronal sino que también sucede a nivel gestual. Los gestos permitirían explicar cosas que de manera verbal no se podría de la misma manera. Permiten un tipo de expresión que a nivel de abstracción es distinto y desarrolla otro tipo de habilidades que facilitan el acto de la comunicación.

5. ERP, componente N400 y LPC

El tipo de técnica que se utilizó en el análisis de la investigación que guía la presente memoria, es conocida como ERP (del inglés, *event related potential*). La técnica de investigación de ERP se obtiene a partir de la suma de la actividad del potencial postsináptico excitatorio (EPSP) y el potencial postsináptico inhibitorio (IPSP) activado en respuesta a un estímulo. Para su implementación se sitúan electrodos sobre el cuero cabelludo espacialmente ubicados, que se encuentran conectados a un amplificador eléctrico. El análisis se realizará a partir de un *peak* eléctrico, mediante la señal cerebral registrada, que surge a partir de la estimulación con diferentes eventos. Las ondas de ERP serían la suma de la actividad neuronal de un largo número de generadores neuronales a lo largo de las diferentes áreas del cerebro (Ibáñez y cols., 2009). El procedimiento es realizado a partir de la amplitud y latencia de las ondas que se generan con cada estímulo. Debido a que tiene una excelente resolución temporal de los milisegundos (por lo que se ha observado que se pueden clasificar patrones en componentes tales como el N250, N170, N400, LPC, LPP, etc.) a partir de la actividad electrofisiológica resultante de la sincronización de la activación de distintas neuronas, que ocurriría en respuesta a un evento sensorio, motor y cognitivo.

Particularmente importante para la presente memoria es un componente, llamado N400; éste refiere a una actividad neuronal negativa que se presenta después de haber un estímulo lingüístico anómalo, entre los 300 a 500 ms. Se ha observado además que no sólo se presentaría lo que es el lenguaje verbal sino que también componentes del lenguaje no verbal como lo son los gestos. El componente N400 ha mostrado una mayor amplitud en la medida en que las frases metafóricas están involucradas, así también una reducción de su amplitud cuando éstas son previamente insertas en un contexto con un sentido metafórico congruente (Pynte y cols., 1996). Otros estudios señalan que el gesto en sí modula al componente N400 produciendo una amplitud mayor cuando el gesto es congruente con el contexto lingüístico (Gunter y Bach, 2004; Holle y Gunter, 2007).

Otro componente de ERP es el LPC (Late Positive Complex) que tiende a aparecer en conjunto al componente N400. Éste aparece en una ventana de los 500 a 700 milisegundos, justo después del N400. Varios estudios sugieren que los componentes N400 y LPC son sensibles a la continuidad de una modalidad sensorial que surge del contexto, acción y lenguaje. El LPC ha sido relacionado a un proceso de re-análisis de la situación incongruente producto del significado inconsistente (Ibáñez y cols., 2009).

6. Influencia de los gestos en el lenguaje figurativo en hablantes no nativos: evidencia en base a potenciales relacionados a eventos

Se ha argumentado que una comprensión profunda en una segunda lengua (y de otras más) requiere no sólo un comando de las estructuras lingüísticas, sino también de la capacidad de utilizar estas estructuras en un contexto apropiado (Stam, 2001)). Los gestos de los hablantes multilingües muestran una influencia de la L2, ya que difieren de los gestos de los hablantes monolingües en su forma de representación y perspectiva gestual (Brown, 2007). Los gestos representan conceptos universales que son accesibles incluso para aquellos hablantes no nativos. Las expresiones verbales están relacionadas con la información transmitida por los gestos. Este aspecto de la lengua es especialmente evidente en el discurso figurativo, donde es necesaria una cantidad considerable de información contextual para su entendimiento (Giora, 2003). Estudios muestran que la información contextual detrás del contenido léxico es crucial para entender las expresiones metafóricas (Coulson y Van Petten, 2003). Los gestos podrían representar un aspecto de las competencias en la comunicación para la persona que está aprendiendo una segunda lengua (Stam 2001; Kellerman, 1995), y la que hasta podría estar relacionada al aumento de vías neuronales en el aprendizaje del lenguaje (Kelly y cols., 2008).

El propósito de nuestra investigación es determinar si el correlato electrofisiológico del procesamiento semántico metafórico y literal está modulado por la información gestual relacionada a participantes con una aptitud baja o alta de su L2.

Se han estudiado dos componentes electrofisiológicos en relación al procesamiento semántico de la segunda lengua. El primero es el N400, un componente de ERP caracterizado por una máxima desviación negativa que aparece a los 400 milisegundos después de la presentación del estímulo lingüístico anómalo (Kutas y Hillyard, 1980; Ibáñez y cols., 2008). Es altamente sensible a la modulación contextual (Ibáñez y cols., 2006). El segundo componente es el "Late positive complex" (LPC), que ha sido relacionado a un proceso de re-análisis de las situaciones incongruentes por un sentido inconsistente (Sitnikova y Kuperberg, 2003).

Estudios previos de ERP en el procesamiento semántico han mostrado que los ERPs son normalmente generados por hablantes bilingües durante el proceso léxico-semántico durante la tarea de comprensión de sentencias. Sin embargo, no existen estudios previos en ERP que exploren cómo los hablantes bilingües integran videos gestuales y lenguaje figurativo.

Se utilizó un paradigma previo en hablantes nativos de español (Cornejo

y cols., 2009) y alemán. Este paradigma consiste de cuatro videos clips distintos que combinan expresiones literales o metafóricas acompañadas de gestos congruentes o incongruentes. El ERP fue registrado mientras los participantes observaban un video clip. Esto nos permitió observar el efecto de la congruencia gestual y expresiva en el proceso semántico de los aprendices de una segunda lengua.

7. Metodología

Participantes

Participaron treinta adultos de habla hispana con una retribución monetaria. Fueron reclutados por el Goethe Institute y dividido en dos grupos dependiendo de su nivel de alemán (A-bajo, y A-alto). El nivel habla alemana fue determinado por examinadores del Goethe Institut con medidas de ejecución de una prueba de traducción. El grupo de alto rendimiento (A-alto) consistió de 15 sujetos (7 mujeres, de 23.4+/-4.38 años de edad; una participante fue excluida debido al exceso de artefactos de movimientos durante la grabación de EEG). Todos los participantes aprobaron las pruebas del Kleines Deutsches Sprachdiplom (KDS) o del Zentrale Oberstufenprüfung (ZOP). Ambos test requieren un alto conocimiento de esta lengua. Corresponden al nivel alto de dominio de la Common European Framework of reference for languages.

Sólo se incluyeron participantes que tenían una capacidad perfecta de traducción, en el que se pidió resolver un cuestionario de autoevaluación. Un segundo grupo (A-bajo) consistió en 15 sujetos (8 hombres, de 21.1+/-5.15 años de edad; dos participantes fueron excluidos debido al exceso de artefactos de movimientos durante la grabación de EEG). Su rendimiento de aptitudes de su L2 aprobaba el Diploma del nivel B1 del Goethe-zertificat (Zertificat Deutsch), el que requiere un conocimiento coloquial básico del alemán. Al tener este nivel, ellos podrían comunicarse sin problemas en el diario vivir, correspondiente al cuarto nivel (B2) en el Common European Framework of Reference for Languages. Todos los participantes asignados firmaron un consentimiento en el que aceptaron, a partir de la declaración de Helsinki, teniendo una previa descripción del estudio. El experimento fue aprobado por el comité de ética del laboratorio de neurociencias. Todos los participantes tenían una capacidad auditiva y visual normal y buena, y ninguno de ellos tenía ninguna dato personal de una enfermedad psiquiátrica o neurológica.

Procedimiento

El mencionado paradigma de gesto-expresión consistió en presentar 176 escenas (44 clips para cada gesto-expresión) (Ibáñez y cols., en prensa). La mitad de de las imágenes contenía gestos con una expresión hablada (literal o metafórica) y la otra mitad gestos incongruentes. Todas las expresiones tenían una estructura básica: “Diese X sind Y” (Estos X son Y). Se le pidió al participante que a partir de la observación del video clip indicara si éste era congruente (si el gesto y la expresión verbal transmitidas estaban relacionadas), o incongruente (si el gesto y la expresión verbal discernían). Los gestos aparecían inmediatamente en el clip después de la puesta de la última palabra. Sin embargo, la fase preparatoria del gesto anticipaba la expresión verbal correspondiente (op. cit). La figura 1 muestra cuatro ejemplos de las expresiones en alemán combinadas con los gestos: (a) expresión literal con un gesto congruente; (b) una expresión literal con un gesto incongruente; (c) una expresión metafórica con un gesto congruente; y (d) expresiones metafóricas con un gesto incongruente. El primer grupo consistió en participantes A-bajo, y el segundo grupo en participantes A-alto.



Figura 1. Ejemplos de expresiones combinadas con gestos.

La expresión consistió en las siguientes sentencias: (A) Diese Telefone sind Handys; Estos teléfonos son celulares (expresión literal con gesto congruente); (B) Diese Werkzeuge sind Hämmer; estas herramientas son martillos (expresión literal con gesto incongruente); (C) Diese Kämpfer sind Löwen; (expresión metafórica con gesto congruente); (D) Diese Kämpfer sind Löwen; (expresión metafórica con gesto incongruente).

estos guerreros son leones (expresión metafórica con gesto congruente); (D) Diese Tugenden sind Diamanten; estas virtudes son diamantes (Expresión metafórica con gesto incongruente).

Registro electrofisiológico

Las señales electrofisiológicas fueron registradas en línea con un GES300, un sistema sensorial HydroCel de 129 canales del Electrical Geodesic Inc. Los datos de ERP fueron registrados con un filtro análogo de banda de 0.1 a 100 Hz. Para eliminar la frecuencia de componentes no deseados se utilizó filtro de una banda digital entre los 0.5 a 30 Hz. Durante las grabaciones, la referencia fue establecida por defecto a vértice, pero se hizo re-referencia fuera de línea para conectar los mastoides. Los artefactos de los movimientos de los ojos fueron retirados de los datos mediante procedimientos automáticos y visuales antes de su posterior análisis.

Los *trials* libres de artefactos fueron promediados para obtener el ERP. La forma de la onda fue promediada para cada condición experimental por separado: (a) gesto congruente con expresión literal; (b) gesto congruente con expresión metafórica; (c) gesto incongruente con expresión literal; (d) gesto incongruente con expresión metafórica. Nosotros marcamos en el registro de EEG el inicio del momento en que el gesto se acentúa (Cornejo y cols., en prensa; Willems y cols., 2007). El momento exacto de la acentuación se obtuvo mediante la adición cuadro a cuadro de cada secuencia de video (Ibáñez y cols., en prensa). Se hizo uso de las herramientas del EEG Lab Matlab del Laboratorio y del software T-Besp (<http://neuro.udp.cl/software>) para el procesamiento fuera de línea y análisis de EEG.

Análisis estadístico

Se utilizaron cinco regiones de interés (ROIs) para la representación y análisis de la topografía del cuero cabelludo de los componentes de ERP, para la *dense arrays* basada en la topografía del cuero cabelludo del N400/LPC recomendado reportada en estudios previos (14,15). Cada ROI estaba compuesto de seis electrodos adyacentes centrales en los siguientes lados: anterior izquierdo (LA, sobre F3) y posterior derecho (RA, sobre F4), línea media central (Cz, sobre el Vertex), izquierdo posterior (LP, sobre P3) y el derecho posterior (RP, sobre P4). Dos ventanas de ERP (una del N400: de los 300 a los 500 ms; y la otra de LPC: de los 500 a los 700 ms) fueron seleccionadas para todas las condiciones. Para cada comparación se realizó un

factor de tres medidas repetidas en ANOVA que se obtuvo con los siguientes temas dentro de los factores: 1) gestos (congruente vs. Incongruente); 2) expresiones (literales vs. Metafórica); y 3) ROI (LA, RA, CM, LP o RP). Cuando fue necesario se hicieron comparaciones invariadas. Los resultados fueron corregidos con método the Greenhouse-Geisser y Bonferroni para ajustar los resultados univariados de Anova y las violaciones de la hipótesis de simetría compuestos.

Resultados

Grupo 1: participantes de habla alemana nivel bajo

Para la ventana de los 300 a los 500 milisegundos, no hay efectos principales de los gestos, expresiones o interacciones entre los factores observados. Sólo se observó un efecto ROI ($F(4,48)=10.560$, $p<0.01$).

Para la ventana de los 500 a los 700 milisegundos, la figura 2A mostró un ERPs de 5 ROIs representativos. No hubo un efecto principal de los gestos y expresiones. Se obtuvo una interacción entre el ROI, las expresiones y los gestos ($F(4,48) = 3.2310$, $p=0.01993$). Se observó una pequeña diferencia entre las expresiones metafóricas incongruentes (-1.2317 ± 0.3527 uv) y el ROI izquierdo anterior. Una comparación post hoc en esta última interacción (Tukey HSD test; $MS=0.16312$, $df=48.000$) reveló que en el ROI anterior izquierdo, la expresión metafórica incongruente era totalmente diferente a la expresión literal congruente ($p<0.01$), la expresión literal incongruente ($p<0.01$), y en la expresión metafórica congruente ($p<0.01$). No se encontraron otras comparaciones pares estadísticamente significativas.

Grupo 2: participantes de habla alemana nivel alto

Para la ventana de los 300 a los 500 milisegundos, la figura 2B muestra un ERP desde 5 ROIs representativos. La diferencia principal entre los video clip de expresión y gestos, se puede observar en un patrón bipolar de voltaje en el ROIs anterior izquierdo y posterior derecho. Los resultados ANOVA indican un efecto significativo para el ROI ($F(4, 52)=24.710$, $p<0.01$) y los gestos ($F(1, 13)=19.231$, $p<0.01$). En el ROI anterior izquierdo, la incongruencia metafórica produjo la mayor negatividad en ERP (-2.8736 ± 0.33179 uv) seguido por el clip incongruente literal (-0.79542 ± 0.140586 uv), el clip metafórico congruente (-0.02284 ± 0.136097), y el clip congruente literal (0.43770 ± 0.093429 uv). La comparación post hoc hecha en esta última interacción (Tukey HSD test; $MS=0.38661$, $df=52000$) mostró

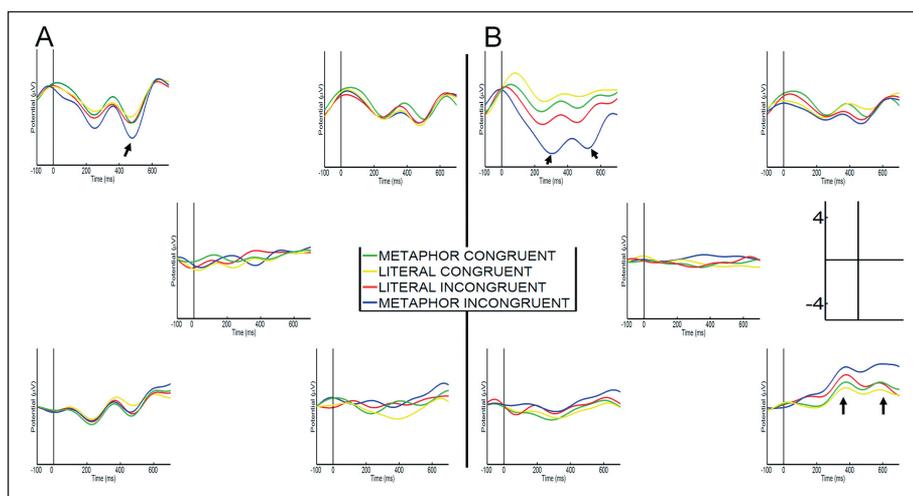


Figura 2. Congruencia gestual y tipo de expresión en ERPs. Figura de onda para cuatro de las cinco categorías ROI (izquierdo anterior, izquierdo posterior, Cz, derecho anterior y derecho posterior). Las flechas indican unas pequeñas diferencias de categorías entre el ROI y la ventana. A: Estudio 1, participantes A-bajo. B: Estudio 2, participantes A-alto.

que la región anterior izquierda todas las categorías expresión-gesto son significativamente diferentes, con la excepción de la categoría congruente literal versus la categoría metafórica congruente ($p=0.9037$). En el ROI derecho posterior, el clip metafórico incongruente produjo la mayor onda positiva de ERP ($2.42143 \pm 0.331293 \mu\text{v}$), seguido del video clip congruente literal ($1.74719 \pm 0.211423 \mu\text{v}$). El video clip metafórico congruente (1.42804 ± 0.212340), y el congruente literal ($1.17724 \pm 0.231290 \mu\text{v}$). Esto es consistente con un patrón de inversión bipolar. La comparación post hoc mostró que la categoría expresión-gesto era significativamente diferente con la excepción del video metafórico congruente versus la comparación del incongruente literal ($p=0.3427$), y el metafórico congruente versus la comparación del incongruente literal (0.9975). No se observaron diferencias significativas en la ventana temporal para otros ROIs.

Para la ventana del LPC, un patrón similar al descrito anteriormente fue observado. ANOVA revela un efecto principal significativo para el tipo de expresiones (literal vs congruente; $F(1, 13)=10.939$, $p<0.01$) así también por ROI ($F(4, 52)=33.074$, $p<0.01$). Adicionalmente, se observó una interacción entre los tipos de gestos, de expresiones verbales y ROI ($F(4, 52)=10.339$, $p<0.01$). La comparación post hoc de esta interacción (Tukey HSD test;

corrección Bonferroni, $MS=0.32021$, $df=52.000$) mostró el mismo efecto que el anteriormente reportado en la región anterior izquierda. Nuevamente, todas las categorías de expresiones y gestos mostraron una diferencia significativa excepto para la comparación congruente literal vs. la metafórica ($p=1.3$). En el ROI posterior derecho, el clip metafórico incongruente indujo un significativamente mayor ERP positivo que el clip metafórico congruente ($p<0.01$). No se observaron mayores diferencias para otros ROIs.

8. Discusión

Los resultados sugieren que la información gestual modula el procesamiento figurativo y literal del lenguaje en la misma medida en aquellos participantes de habla alemana de nivel alto como de habla alemana de nivel bajo. En los participantes de nivel bajo no se observó una modulación en la ventana de los 300 a 500 ms, y sólo un leve efecto se observó entre los 500 a 700 ms. Sobre el ROI izquierdo anterior, sólo en las expresiones metafóricas incongruentes fueron significativamente diferente de otras categorías en el marco de tiempo tardío. Esto sugiere que el grupo de hablantes de nivel bajo sólo discrimina entre lo más contextual (metafórico) y la información multimodal incongruente. No se observaron mayores diferencias de la expresión verbal en este grupo.

El grupo A-alto tuvo una mayor negatividad en el N400, presentándose un post estímulo a los 500 a 700 milisegundos con un gesto incongruente combinado con una expresión metafórica. El efecto del LPC a los 500 a 700 ms tuvo un patrón similar al del N400 descrito anteriormente. Estos resultados se asemejan fuertemente a la misma modulación de onda, así como también el cuero cabelludo y el patrón de voltaje bipolar, reportado previamente en el mismo paradigma con hablantes nativos del alemán (Ibáñez y cols., en prensa).

Estos resultados demuestran que los hablantes de una segunda lengua con alto dominio del idioma tienen respuestas neuronales que son similares en tiempo y morfología a los hablantes nativos. Ello desafía la noción de que los hablantes nativos y los avanzados en L2 tienen diferencias significativas a nivel del procesamiento neuronal (Rossi y cols., 2006).

Nuestro estudio confirma que el estímulo semántico afecta significativamente las respuestas de ERP en hablantes de L2 (Hahne, 2001; Weber-Fox y Neville, 1996) y muestra la demora de una activación del cerebro en participantes con un nivel bajo de L2. Demoras similares se han reportado en respuesta a anomalías morfosintácticas (Weber, 2008). Una amplitud disminuida y una latencia demorosa en otros componentes también han sido

reportadas en hablantes con una baja aptitud de L2 (Rossi y cols., 2006), sugiriendo un mecanismo más débil o lento en un proceso semántico cuando los L2 están en un nivel más bajo. Sin embargo, estos resultados sugieren que el proceso semántico es una característica en los aprendices en la adquisición de una L2, así también la modulación y latencia va a depender del nivel aptitudinal. Nuestro estudio muestra que hay patrones distintos en el procesamiento semántico que se presentan entre los participantes L2-bajo versus los L2-alto aun cuando hay un uso de un estímulo complejo (video) y una expresión abstracta bastante alta (metáforas).

La integración de claves visuales y semánticas requiere de un proceso multimodal basado en la acción con sentido (Cosmelli e Ibáñez, 2008; Ibáñez y Cosmelli, 2008). Algunos estudios sugieren que la percepción del discurso se genera cuando el hablante observador realiza gestos en congruencia al sentido de la expresión verbal (Callan y cols., 2003). Otras investigaciones muestran que la información visual (gestos articulados) presentada con el lenguaje hablado aumenta la percepción del sonido en L2 mediante una integración multi-sensorial (Kelly y cols., 2003). Los resultados confirman la integración neuronal de las pistas visuales y semánticas en aprendices de una L2.

Nuestros resultados también corroboran resultados previos en la modulación de N400 y LPC, tanto en gestos incongruentes (Sitnikova y cols., 2003) y congruentes (Kelly y cols., 2007) presentes con expresiones verbales literales o metafóricas (Cornejo cols., 2009; Ibáñez y cols. en prensa). Lo anterior aporta evidencia sobre la interacción neuronal entre el input auditivo y visual durante el proceso semántico, mostrando que la metáfora es una construcción lingüística altamente sensible al contexto en el que se esté usando, aun en hablantes de una L2.

Los resultados confirman estudios previos dando cuenta que el lenguaje figurativo co-gestual es una parte altamente contextualizada del proceso semántico. A nuestro saber, este es el primer estudio que explora el contexto de la sensibilidad de los gestos en conjunto a la expresión verbal usando video clips y ERPs en hablantes de L2. La información contextual es esencial en la adquisición de la competencia de una segunda lengua, puesto que el dominio del lenguaje no sólo envuelve el entendimiento literal de los componentes del discurso, sino que también los componentes figurativos en relación a su integración con otros medios de la información contextual paralingüística (ej. gestos). El presente reporte muestra que el nivel de aptitud de la segunda lengua afecta el procesamiento neuronal del significado semántico construido por el tipo de gestos (congruente o incongruente) y el tipo de expresión (literal o metafórica). Esto abre un nuevo camino para el estudio de los correlatos electrofisiológicos multimodales de las señales paralingüísticas y del lenguaje figurativo en aprendices de una segunda lengua.

En cuanto a los resultados obtenidos, el contexto va a ser importante ya que es en éste donde el sujeto hace sentido sobre el mundo y su situación existencial, ya sea por medio del lenguaje u otro acto, y donde va a recibir distintos estímulos que permearán esta visión. Los estímulos dan la necesidad del sujeto de adaptarse a la situación.

La información contextual es muy importante en la adquisición de una segunda lengua, debido a que envuelve los componentes figurativos en relación a su integración con otros medios de la información contextual paralingüística, entre las que se encuentran los gestos. Y desde la interpretación de las expresiones verbales, la información contextual indicará gran parte del significado debido a que todo aquello expresado es determinado desde la situación vivencial del sujeto, el que trae consigo ciertas estructuras y habilidades propias del contexto específico de donde proviene y se desenvuelve. Al moverse en contextos distintos se van aprendiendo nuevas modalidades y habilidades.

Los gestos facilitarían la memorización espacial y visual al mismo tiempo en que el contexto entrega una información específica, que ayudan a acentuar una dimensión de la expresión verbal. Éstos están relacionados a lo imaginario mientras que el discurso a lo verbal. Constituye un lenguaje de tipo casi universal que es accesible también para los hablantes no nativos de una lengua, es decir que no es totalmente necesario estar inserto en una cultura específica para entender la totalidad de éstos (mas para entender el mensaje de la información contextual es necesario el contenido léxico para poder entender las expresiones metafóricas). Cabe mencionar que en los hablantes multilingües la adquisición de otra lengua interfiere en su forma de representación y perspectiva gestual, a diferencia de los hablantes monolingües. Al momento de aprender una segunda lengua se adquieren habilidades propias de ésta. Se elaboran habilidades que ayudan en la comunicación enriqueciendo el lenguaje tanto verbal como no verbal del sujeto. Utilizar los gestos en conjunto al lenguaje verbal va a mejorar el nivel de comprensión, llegando hasta a disminuir la necesidad de utilizar algunas palabras para la comprensión.

En el aprendizaje de una segunda lengua los gestos intervienen ayudando en la comprensión del mensaje, relacionando la información visual con lo que se comunica verbalmente. Surgiría entonces una complementariedad entre lo espacial y lo que el sujeto trata de expresar, se trata de alguien inserto en un contexto, en el que estaría hablando desde el contexto en el que se encuentra. Lo que tiene que ver con el aspecto metafórico, éste se torna muy sensible al contexto en el que se esté usando, dando cuenta de la adaptabilidad y el cambio del sentido que surge al estar en uno u otro lugar.

Habría distintas vías que ayudan al aprendizaje de una segunda lengua,

entre las que se encuentra la ayuda de la música, de lo auditivo, el que estaría relacionado al lenguaje verbal. Estudios confirman que la semejanza fonológica entre las distintas lenguas ayuda en la adquisición de una segunda lengua, al existir esta semejanza surgiría la posibilidad de familiarizarse más con una segunda lengua. Los sonidos nativos determinan en alguna medida cómo es que vamos categorizando los sonidos no nativos en el procesamiento del lenguaje. Así también existe evidencia que el uso cierta música permite el aprendizaje más rápido en los idiomas. Esto se puede relacionar a que la capacidad que se adquiere al momento de escuchar consecutivamente un tipo de música permite un refinamiento en la capacidad auditiva, y así como cuando hay una facilidad en el aprendizaje, debido en parte a una similitud fonológica de dos idiomas a aprender, la música permite esta capacidad de ir relacionando más rápido lo auditivo con lo verbal debido a esta habilidad adquirida. Y esta habilidad a su vez modificaría la manera de relacionarse del individuo, ya que lograría captar sutilezas del idioma que quizás no se identificarían. Relacionando la empatía lograda desde la capacidad de captar el estado anímico por medio de lo auditivo, esta habilidad podría permitir al sujeto entablar una mejor relación con sus pares en la comprensión de lo que les sucede.

La capacidad de escuchar no sólo hace relación a escuchar verbalmente sino que también de sentir, empatizar por medio de las emociones, la que podría, con ayuda de los gestos y la capacidad auditiva (sensorial), ser mejorada. Así como la impresión que producen los gestos (capacidad visual), lo auditivo también causaría una impresión. Cada capacidad sensorial puede ser utilizada para conocer mejor y lograr mejores relaciones. El lenguaje no verbal existe gracias al cuerpo, el que permite por medio de los distintos canales (vista, tacto, gusto y olfato) sentir y, en un intento, comprender y expresarnos. Es así como estos canales en una relación continua, en lo visual y auditivo, serán analizados por el cerebro como una sola unidad. Independiente del nivel que se tenga, las personas con un mecanismo específico proveniente de su idioma harán uso de ésta en su aprendizaje de una segunda lengua.

En relación a los gestos congruentes y a la expresión verbal surge un incremento en la percepción auditiva de la L2 por medio de la integración multi-sensorial. Es interesante señalar que la respuesta neuronal en hablantes con un alto dominio de una segunda lengua es similar tanto en el tiempo como en la morfología a los hablantes nativos, aun habiendo un mecanismo más débil en un proceso semántico cuando en una L2 el sujeto se encuentra en un nivel más bajo. Esto señala una diferencia entre el tiempo de respuesta y la morfología en relación al aspecto semántico, en la comprensión del sujeto.

A modo de síntesis, es relevante señalar la importancia del contexto para la adquisición de los gestos, y cómo cada contexto interviene agregando nuevas modalidades, formas de interactuar y de expresarse, como lo sería en la adquisición de la segunda lengua. Los gestos ayudan en esta adquisición y, en conjunto a otras habilidades adquiridas, como, por ejemplo por medio de la música, ésta va a ser mejorada. Al mismo tiempo la adquisición de una segunda lengua cambiaría la forma de representación y perspectiva gestual. Habría diferencias significativas en hablantes nativos, mas hay algunas similitudes interesantes entre los hablantes nativos y no nativos a nivel del procesamiento neuronal.

Referencias bibliográficas

- Ahlsén, E. (2008). Embodiment in communication-aphasia, apraxia and the possible role of mirroring and imitation. *Clinical Linguistic and Phonetics*, 22, (4-5): 311-315.
- Brown, A. (2007). *Crosslinguistic influences in first and second languages. Convergence in speech and gesture*. Boston: Boston University and Max Planck Institute for Psycholinguistics.
- Callan, D., Jones, J., Munhall, K., Callan, A., Cross, C., Vatikiotis-Bateson, E. (2003). Neural processes underlying perceptual enhancement by visual speech gestures. *Neuroreport*, 14, 2213-2218.
- Cornejo, C., Ibáñez, A. y López, V. (2007). *Significado, contexto y experiencia: Evidencias electrofisiológicas del significado*: JCSaez Editor.
- Cornejo C., Simonetti, F, Ibáñez, A, Aldunate, N, Ceric, F, Lopez, V. et al. Gesture and Metaphor Comprehension: Electrophysiological Evidence of Cross-modal Coordination by Audiovisual Stimulation. *Brain and Cognition*, 70 (1), 42-52.
- Cosmelli, D., Ibáñez, A. (2008). Human Cognition in Context: On the Biologic, Cognitive and Social reconsideration of Meaning as making sense of action. *Integr Psychol Behav Sci*, 42, 233-44.
- Coulson, S., Van Petten, C. (2002). Conceptual integration and metaphor: an event-related potential study. *Mem Cognit*, 30, 958-968.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in men and animal*. Ed. M. Murray, London.
- Decety, J., Grèzes, J. (2006). The power of simulation: Imagining one's own and other's behavior. *Brain Research*, 1079, 4-4.
- De Diego Balaguer, R., Sebastián-Galles, N., Díaz, B., Rodríguez-Fornells, A. (2005). Morphological processing in early bilinguals: An ERP Study of regular and irregular verb processing. *Cognitive Brain Research*, 25, 312-327.
- Giora R. (2003). *On our mind: Saliency, context and figurative language*. Oxford: Oxford University Press.
- Gunter, T., and P. Bach. (2004). Communicating hands: ERPs elicited by meaningful symbolic hand postures. *Neurosci Lett.*, 30, 52-60.

- Hahne, A. (2001). What's different in second-language processing? Evidence from event-related brain potentials. *J Psycholinguist Res*, 30, 251-66.
- Hostetter, A., Alibali, M. (2008). Visible embodiment: Gesture as simulated action. *Psychonomic Bulletin and Review*, 15(3), 495-514.
- Ibáñez, A., Haye, A., González R., Hurtado, E., Henríquez, R. (2008). Multi-level analysis of cultural phenomena: The role of ERPs approach to prejudice. *Journal of the theory of Social Behavior*, 39 (1), 42-45.
- Ibáñez, A., y D. Cosmelli. (2008). Moving Beyond Computational Cognitivism: Understanding Intentionality, Intersubjectivity and Ecology of Mind. *Integr Psychol Behav Sci*, 42, 129-36.
- Ibáñez, A., López, V., Cornejo, C. (2006). ERPs and contextual semantic discrimination: Evidence of degrees of congruency in wakefulness and sleep. *Brain Lang*, 98, 264-275.
- Ibáñez, A., San Martín, R., Hurtado, E., López, V. (2008). ERP studies of cognitive processing during sleep. *Int J Psychol* DOI: 10.1080/00207590802194234.
- Ibáñez, A., Toro, P., Cornejo, C., Weisbrod, M., Schröder, J. (in press.). High contextual sensitivity of metaphorical expressions and gesture blending: A video ERP design. *Psychiatry Res*.
- Kellerman, E. (1995). Crosslinguistic influence: transfer to nowhere? *Annual Review of Applied Linguistics*, 15, 125-150.
- Kelly, S., Manning, S., Rodak, S. (2008). Gesture Gives a Hand to Language and Learning: Perspectives from Cognitive Neuroscience. *Developmental Psychology and Education. Language and Linguistics Compass* 10.1111/j.1749-818x.2008.00067.
- Kelly, S., Ward, S., Creigh, P., Bartolotti, J. (2007). An intentional stance modulates the integration of gesture and speech during comprehension. *Brain Lang*, 101, 222-233.
- Kutas, M., Hillyard, S. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205.
- Milovanov, R., Huotilainen, M., Välimäki, V., Esquef, P. y Tervaniemi, M. (2008). Musical aptitude and second language pronunciation skills in school-aged children: Neural and behavioral evidence. *Brain Research*, 1194, 81-89.
- Moser, J., Hajcak, G., Bukay, E., Simons R. (2006). Intentional modulation of emotional responding to unpleasant Pictures: An ERP study. *Psychophysiology*, 43, 292-296.
- Niedenthal, P. (2007). Embodying Emotion. *Science*, 316, 18.
- Navarra, J., y Soto-Faraco, S. (2007). Hearing lips in a second language: visual articulatory information enables the perception of second language sounds. *Psychological Research*, 71, 4-12.
- Ojima, S., Nakata, H. y Kakigi, R. (2005). An ERP Study of Second Language Learning after Childhood: Effects of Proficiency. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17 (8), 1212-1228.
- Osterhout, L., McLaughlin, J., Pitkanen, I., Frenck-Mestre, C., Molinaro, N. (2006). Novice learners, longitudinal designs, and event-related potentials: a means for exploring the neurocognition of second language processing. *Lang Learn*, 56, 199-230.

- Pynte, J., Besson, M., Robichon, FH., Poli J. (1996). The time-course of metaphor comprehension: an event-related potential study. *Brain Lang*, 55 (3), 293-316.
- Rossi, S., Gugler, M., Friederici, A. y Hahne, A. (2006). The Impact of Proficiency on Syntactic Second-language Processing of German and Italian: Evidence from Event-related Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18 (12), 2030–2048.
- Santiago, P. (1985). *De la expresión corporal a la comunicación interpersonal: Teoría y práctica de un programa*. Madrid: Ed. Narcea.
- Schupp, H. *et al.* (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by emotional relevant. *Psychophysiology*, 37, 257-261.
- Sitnikova, T., Kuperberg, G., Holcomb, P. (2003). Semantic integration in videos of real-world events: an electrophysiological investigation. *Psychophysiology*, 40, 160-164.
- Slevc, R. y Miyake, A. (2006). Individual Differences in Second- Language Proficiency. Does Musical Ability Matter? *Association for Psychological Science*, 17 (8), 675-681.
- Stam, G. (2006). Changes in Patterns of Thinking with Second Language Acquisition. *IRAL*, 44 (2), 103-124.
- Stam, G. (2001). Lexical failure and gesture in second language development. In Cavé, C, Guaitella I, Santi S (eds), *Oralité et Gestualité: Interactions et Comportements Multimodaux Dans La Communication* (pp. 271-275). Paris: L'Harmattan.
- Titone, R. (1986). *El lenguaje en la interacción didáctica*. Madrid: Ed. Pablo del Rio.
- Weber, K. (2008). Syntactic anomaly elicits a lexical semantic (N400) ERP effect in second language but not the first. *Psychophysiology*, 45, 920-925.
- Weber-Fox, C., Neville, H. (1996). Maturation constraints on functional specializations for language processing: ERP and behavioral evidence in bilingual speakers. *J Cogn Neuroscience*, 8, 231-256.
- Willems, R., Özyürek, A., Hagoort, P. (2007). When Language Meets Action: The Neural Integration of Gesture and Speech. *Cereb Cortex*, 17, 2322-2333.
- Willems, R. M., y Hagoort, P. (2007). Neural evidence for the interplay between language, gesture, and action: A review. *Brain and Language*, 101(3), 278-289.