

¡Andá al grano! Revisión de las bases neurofisiológicas de la comprensión de expresiones idiomáticas y prosodia emocional: su estudio en la epilepsia del lóbulo temporal derecho

Low, Daniel Mark / Centro de Epilepsia, Hospital J. M. Ramos Mejía y IBCN, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires – daniel.m.low@gmail.com

Eje: Neurolingüística y Psicolingüística

Tipo de trabajo: ponencia

» *Palabras clave: epilepsia- expresiones idiomáticas - prosodia emocional - EEG - iEEG - fMRI*

> Resumen

Se acepta actualmente que en el síndrome de epilepsia del lóbulo temporal mesial (ELT) se afecta un circuito neuronal más que una estructura única y circunscripta y se observan alteraciones cognitivas y estructurales que pueden exceder las áreas temporales mesiales. Se han descripto ampliamente alteraciones en la fluencia verbal y el acceso lexical, pero poco se ha estudiado respecto a la comunicación verbal en el ELT. En los últimos cuatro años en el Centro de Epilepsia del Hospital J. M. Ramos Mejía, el equipo al que pertenezco ha observado alteraciones en los componentes discursivos, prosódicos, pragmáticos y lexicosemánticos de la comunicación en pacientes con ELT y zona epileptógena derecha. Para aquellos pacientes farmacorresistentes, una opción terapéutica efectiva es la cirugía a través de una lobectomía temporal anterior, reseccionando la zona epileptógena. Cuando no puede definirse la zona epileptógena en forma no invasiva, se utiliza el registro invasivo de la actividad eléctrica cerebral, la electroencefalografía intracraneal (iEEG), por medio de electrodos ubicados dentro o sobre la superficie del cerebro. El fin de esta investigación es estudiar, usando potenciales relacionados a eventos cognitivos, iEEG y fMRI, las propiedades espaciotemporales de la activación cerebral y las redes neuronales que subyacen a la comprensión de expresiones idiomáticas y prosodia. En este trabajo presentaré la evidencia que existe hasta el momento acerca de las bases neurofisiológicas de estas dos habilidades y el beneficio de estudiarlas en ELT.

› *Introducción*

En contra de descripciones neurobiológicas del lenguaje clásicas como el modelo Wernicke-Lichtheim-Geschwind, se ha encontrado que ambos hemisferios cerebrales participan activamente en el procesamiento del lenguaje y la comunicación verbal (Hagoort, 2013). Más aún, se ha estimado que entre 50 y 78% de sujetos con lesiones en el hemisferio derecho (HD) tienen afectado uno de los cuatro componentes diferentes de la comunicación verbal: la prosodia, el procesamiento lexicosemántico, las habilidades discursivas o las habilidades pragmáticas (Ferr, Ska, Lajoie y Joannette, 2011). Sin embargo, dentro del estudio de déficits lingüísticos interictales (i.e., entre crisis) en epilepsia, el foco de las investigaciones ha sido el nivel de la palabra (i.e., fluencia semántica y fonológica, denominación, reconocimiento) (Drane et al., 2008; Hamberger et al., 2007; Lomlomdjian, Solis, Medel y Kochen, 2011; Trebuchon-Da Fonseca et al., 2009). En cambio, se ha estudiado poco los déficits comunicativos interictales (Bell et al., 2003; Billingsley, McAndrews, Crawley y Mikulis, 2001; Field, Saling y Berkovic, 2000; Fowler et al., 2006; para un revisión, ver Bartha-Doering y Trinka, 2014). El Centro de Epilepsia del Hospital J. M. Ramos Mejía de la Ciudad de Buenos Aires viene evaluando estos cuatro componentes, encontrando déficits significativamente mayores en pacientes con ELT derecha en comparación con pacientes con ELT izquierda. Actualmente, estamos diseñando dos protocolos para medir la comprensión de expresiones idiomáticas y la prosodia emocional en ELT usando técnicas psicofisiológicas. En este trabajo, revisaré la evidencia que existe sobre las bases neurofisiológicas de estas dos habilidades y detallaré los beneficios de estudiarlas en ELT.

› *Bases neurofisiológicas de las expresiones idiomáticas*

Dentro del lenguaje figurado, hay estudios neurocientíficos sobre las metáforas (Cardillo, Watson, Schmidt, Kranjec y Chatterjee, 2012; Mashal, Faust, Hendler y Jung-Beeman, 2007), los proverbios (Bohrn et al., 2012; Fernández, Shalom, Kliegl y Sigman, 2014) y las expresiones idiomáticas (para una revisión, ver Cacciari y Papagno, 2011). El lenguaje figurado está extremadamente presente en el lenguaje cotidiano. Por ejemplo, un grupo de investigadores ingleses determinó que las personas usan alrededor de 1,8 metáforas nuevas y 4,08 metáforas convencionalizadas por minuto de discurso (Pollio, Barlow, Fine y Pollio, 1977); si se habla en promedio dos horas por día, se emitirían unas 25 millones de metáforas en una vida de 60 años.

Las primeras investigaciones neuropsicológicas que evaluaron expresiones idiomáticas encontraron una disociación doble en pacientes con lesiones en el hemisferio

derecho (LHD) y con lesiones en el hemisferio izquierdo (LHI) (rendimiento deficitario con expresiones idiomáticas y rendimiento bueno con oraciones novedosas en pacientes con LHD vs. rendimiento bueno con expresiones idiomáticas y rendimiento deficitario con oraciones novedosas en pacientes con LHI) (Kempler et al. 1999; Van Lancker y Kempler 1987). Así, Kempler et al. (1999) propuso que el HD está preferentemente involucrado en el procesamiento de lenguaje figurado. Esto indirectamente respaldaría la hipótesis que propone que el HD procesa frases familiares como elementos unitarios, no analizados sintácticamente; es decir, las expresiones idiomáticas funcionarían estructuralmente — pero no semánticamente— como palabras (Kempler et al., 1999). Sin embargo, estos estudios no controlaron rasgos que distinguen a las expresiones idiomáticas (i.e., si eran más o menos ambiguos, opacos, transparentes, descomponibles) y también incluyeron proverbios y frases de cortesía (e.g., *I'll get back to you later*). Un rasgo importante es la ambigüedad. Las expresiones idiomáticas ambiguas son aquellas que pueden ser interpretadas tanto metafóricamente como literalmente (e.g., *se lavó las manos*). Las no ambiguas solo pueden ser interpretadas metafóricamente o bien su interpretación literal sería altamente extraño (e.g., *se hizo humo*). Podría haber una diferencia en el procesamiento neurofisiológico de ambos tipos, ya que con las expresiones idiomáticas ambiguas probablemente se necesite desambiguar las dos interpretaciones según el contexto, inhibiendo la interpretación incorrecta. Después de corregir estos errores metodológicos, varios estudios encontraron déficits en el procesamiento de expresiones idiomáticas en pacientes con LHI (Papagno y Caporali, 2007; Papagno y Cacciari, 2004).

Una propuesta que integra la evidencia neuropsicológica y funcional sobre el lenguaje figurado es la Hipótesis de la Saliencia Graduada (GSH) (Giora, 1997; 2007). Propone que la saliencia semántica de un estímulo lingüístico determina el orden en el que significados son procesados y el hemisferio que estará más involucrado. El grado de saliencia está determinado a su vez por la convencionalidad, la frecuencia, la familiaridad y la prototypicalidad del estímulo, independientemente de la literalidad. Por ejemplo, el significado figurado de *A Juan le falta un tornillo* (i.e., está loco) es más saliente que su significado literal. La GSH predice que el hemisferio derecho procesa interpretaciones menos salientes, mientras que el HI procesa interpretaciones salientes. En concordancia con las predicciones de la GSH, los estudios con pacientes afásicos mostraron que cuando el HI (pero no el HD) está dañado, se eligen interpretaciones literales (menos salientes) de las expresiones idiomáticas en distintos tipos de paradigma como por ejemplo un paradigma de asociación palabra-oración o definición oral (Papagno y Caporali, 2007; Papagno et al., 2004; Papagno y Genoni, 2004). Cuando el lóbulo prefrontal derecho está dañado, la interpretación literal no saliente no se inhibe y el rendimiento es similar al de los pacientes afásicos (Papagno y Lauro, 2010).

Estudios con métodos psicofisiológicos confirman estos hallazgos neuropsicológicos. Mashal et al. (2008), en un estudio de fMRI, confirmaron que cuando se interpreta literalmente una expresión idiomática (interpretación menos saliente), se incrementa la actividad neural en el HD, incluyendo el giro temporal medio posterior. Y cuando se procesa el significado saliente de expresiones idiomáticas ambiguas, se encuentra mayor actividad en el HI, incluyendo el giro frontal inferior. En un estudio con rTMS (estimulación magnética transcraneal), Rizzo et al. (2007) encontraron que la estimulación del AB 9 (corteza prefrontal) en ambos hemisferios causa mayor tasa de errores con tiempos de respuesta menores. En un segundo estudio con rTMS pero con estimulaciones en dos tiempos diferentes, Fogliata et al. (2007) pudieron determinar que la región prefrontal está involucrada tanto en la recuperación del significado metafórico de la memoria semántica como el monitoreo de la respuesta al inhibir las interpretaciones alternativas.

Recopilando toda la evidencia disponible, Papagno y Lauro (2010) proponen un modelo del procesamiento de expresiones idiomáticas. Cuando una oración idiomática es procesada, el análisis lingüístico genera dos interpretaciones: una idiomática y una figurada. Las expresiones idiomáticas no ambiguas también suelen ir generando significados perfectamente literales, pero en la última palabra se convierten en idiomáticas, aunque podrían ser no idiomáticas (e.g., *Mi socio perdió la... cabeza/billetera*). Luego, los giros frontales inferiores de ambos hemisferios recuperan ambos significados de la memoria semántica de los giros temporales medios. Los mantienen activados hasta que el área prefrontal anterior (AB 9) bilateral selecciona el significado apropiado, inhibe la alternativa y monitorea la respuesta.

› ***Bases neurofisiológicas de la prosodia***

La prosodia es la modulación de los parámetros suprasegmentales del habla, es decir, el tono, la intensidad y la duración (Abusamra, Côté, Joannette y Ferreres, 2009). Se suele describir dos tipos de prosodia: la prosodia *lingüística* abarca la acentuación léxica enfática (LUIZA conoció a Mario) y la expresión de modalidad o el tipo de oración (e.g., pregunta, orden, declaración); la prosodia *emocional* o afectiva hace referencia a las variaciones en la entonación para transmitir las emociones (e.g., tristeza, enojo, alegría).

Todavía se debate acerca de la dominancia y lateralización de la prosodia emocional. Una función cerebral se considera 'dominante' si una lesión unilateral produce un déficit comportamental que incluye ambos lados del espacio. (Denny-Brown y Banker, 1954), como ocurre en varios tipos de afasia. Para que una función esté fuertemente lateralizada a un hemisferio, también se debe demostrar que el déficit no sucede después de lesiones al

otro hemisferio, algo que también ocurre en diferentes tipos de afasia (Benson, 1979). Por un lado, algunos autores han descrito una especialización del hemisferio derecho para el procesamiento de la prosodia emocional y una especialización del hemisferio izquierdo para la prosodia lingüística (Walker, Daigle y Buzzard, 2002.) Personas con LHD pueden mostrar un habla monótono, una ausencia de expresión facial, una tasa de habla atípica y una dificultad en entender la emoción expresada por el interlocutor (Ferr et al., 2011).

Sin embargo, se han encontrado déficits en la comprensión de prosodia emocional seguido de lesiones en el HI (Adolphs, Damasio y Tranel, 2002). Ross y Monnot (2008) recopilan una serie de argumentos a favor de que la prosodia emocional es una función dominante y lateralizada del HD. Entre los argumentos señalan que estos déficits no correlacionan con la distribución cortical de las lesiones en lesionados izquierdos, mientras que hay una alta correlación en lesionados derechos. El mejor predictor en lesionados izquierdos es si la lesión en el HI involucraba materia blanca profunda adyacente al cuerpo calloso. Para los autores, esto indicaría que lesiones en el HD implican la pérdida de representaciones afectivas-comunicativas, mientras que lesiones en el HI implican la pérdida de la integración callosa (desde el HD hacia el HI) que asegura que los elementos articulatorio-verbal (del HI) y la afectivo-prosódico (del HD) estén comportamentalmente unificadas y temporalmente coherentes (e.g., insertar enojo a un enunciado).

En la misma línea, Bradshaw et al. (1997) hallaron que en cinco de seis pacientes a los que se les hizo mapeo cortical (i.e., cirugía exploratoria con iEEG para encontrar la zona epileptógena) del área temporal-parietal derecho, se interrumpió la comprensión de la prosodia afectiva al estimular el giro temporal superior posterior. El único paciente que no mostró este efecto era ambidiestro. En cambio, ninguno de los tres pacientes a los que se les realizó un mapeo del área temporal-parietal izquierda mostró una interrupción de la comprensión de la prosodia afectiva.

Si bien estudios con fMRI muestran una activación bilateral, hay un aumento relativo de la activación de la región temporal superior posterior derecha respecto a la misma región izquierda durante una tarea de comprensión de prosodia afectiva (Meyer, Alter, Friederici, Lohmann y von Cramon, 2002; Wildgruber et al., 2005; para una revisión de los problemas metodológicos con fMRI de la prosodia afectiva, ver Ross & Monnot, 2008).

Por otro lado, Schirmer y Kotz (2006) proponen un modelo neurofisiológico *bilateral* del procesamiento emocional-prosódico de tres etapas. 1. Procesamiento sensorial acústico: las cortezas auditivas bilaterales codifican la frecuencia, amplitud y las características temporales del estímulo en los primeros 100 ms a partir de su presentación. Habría una lateralización del HD para el procesamiento de la frecuencia espectral (i.e., la distribución de energía del enunciado que determina si es estridente, áspero o suave) y una

lateralización del HI para el procesamiento temporal. Para dar un ejemplo, la alegría tiene una tasa de habla rápida, una alta intensidad y un timbre melódico y energético. En cambio, vocalizaciones tristes tienen una tasa de habla lenta, una baja intensidad y un alto grado de ruido espectral que es percibido como una voz “rota”. 2. Integración: el procesamiento a lo largo de la vía “qué” (i.e., de categorización, en contraposición de la vía “dónde”, de localización) integra información acústica emocionalmente significativa para generar un gestalt emocional alrededor de los 200 ms. Esta vía va desde el giro temporal superior hasta el surco temporal superior anterior (STS), probablemente del HD. 3. Cognición: la información emocional que llega al STS queda disponible a procesos cognitivos de alto orden hacia los 400 ms. Por ejemplo, juicios evaluativos explícitos de la prosodia emocional son mediados por el giro frontal inferior derecho y la corteza orbitofrontal derecha, mientras que la integración de la prosodia emocional con el procesamiento lingüístico involucra el giro frontal inferior izquierdo.

› *El estudio de los déficits comunicativos en epilepsia*

La epilepsia del lóbulo temporal medial es un modelo patológico que trae el beneficio de un circuito neuronal específico, localizado, lateralizado y crónicamente reorganizado con la ausencia de otras comorbilidades, que puede ser estudiado durante actividad ictal (i.e., durante la crisis) o interictal. Más aún, para el 30% de pacientes epilépticos refractarios, es decir, aquellos farmacorresistentes, una opción terapéutica efectiva es la cirugía a través de una lobectomía temporal anterior, reseccionando la zona epileptógena. Actualmente, hay mayor flexibilidad en el volumen que se permite reseccionar en el hemisferio derecho (respecto al izquierdo) porque se lo considera no elocuente. Por lo tanto, hallar funciones dominantes del HD será clave para evitar su resección y permitir, eventualmente, su rehabilitación.

Cuando no puede definirse la zona epileptógena en forma no invasiva, se utiliza el registro invasivo de la actividad eléctrica cerebral, la electroencefalografía intracraneal (iEEG), por medio de macro y microelectrodos ubicados en distintas regiones cerebrales. Dentro de nuestro estudio en curso, la iEEG sirve para medir la magnitud y naturaleza temporal de la actividad neuronal (Lachaux, Axmacher, Mormann y Halgren, 2012). Esto nos permitirá entender si distintos sitios son activados secuencialmente, en paralelo o en cascada. Como se ha visto, esta técnica también sirve para estimular neuronas específicas y ver si interrumpe el procesamiento de una función cerebral. Así, es idónea para determinar la localización de habilidades cognitivas o sus subcomponentes.

Nuestras evaluaciones llevadas a cabo en el Centro de Epilepsia del Hospital J. M.

Ramos Mejía muestran diferencias significativas entre el procesamiento de distintas habilidades comunicativas entre pacientes con ELT derecha y pacientes con ELT izquierda. Gran parte de las tareas provienen del Protocolo MEC (Protocolo para la Evaluación de la Comunicación de Montreal) (adaptado al español por Ferreres, Abusamra, Cuitiño, Côté, Ska y Joannette, 2007). Un análisis estadístico usando la prueba T de Student y una significancia estadística de $p \leq 0,05$ exhibe que pacientes con ELT derecha tuvieron peor rendimiento en la comprensión de prosodia emocional ($p = 0,036$), en la repetición de prosodia emocional ($p = 0,035$), en la producción de prosodia emocional ($p = 0,022$) y en la comprensión de metáforas y expresiones idiomáticas ($p = 0,0008$) comparado con pacientes con TLE izquierda.

Por lo tanto, para el estudio de la comprensión de expresiones idiomáticas y prosodia emocional en ELT, estamos ampliando la cantidad de estímulos respecto a las evaluaciones hechas previamente para que se pueda medir el procesamiento de estas habilidades con EEG, iEEG y fMRI y obtener correlaciones entre estas técnicas. Además, estamos equilibrando la cantidad de expresiones idiomáticas ambiguas y no ambiguas, ya que una podría generar mayor dificultad en el procesamiento que el otro.

Los objetivos de este estudio son sacar nuevas conclusiones sobre el procesamiento neurofisiológico de estas dos habilidades y describir la reorganización anatómica que sufren en la ELT para que se evite su resección en neurocirugías y así poder, en un futuro, dar lugar a su rehabilitación.

Referencias bibliográficas

- Abusamra, V., Côté, H., Joannette, Y., & Ferreres, A. (2009). Communication Impairments in Patients with Right Hemisphere Damage. *Life Span and Disability, 1*, 67–82.
- Adolphs, R., Damasio, H. y Tranel, D. (2002). Neuronal systems for recognition of emotional prosody: A 3-D lesion study. *Emotion, 2*, 23–51
- Bohrn, I. C., Altmann, U., ... y Jacobs, A. M. (2012). Old Proverbs in New Skins – An fMRI Study on Defamiliarization. *Frontiers in Psychology, 3*, 204.
- Bartha-Doering, L., & Trinka, E. (2014). The interictal language profile in adult epilepsy. *Epilepsia, 55*(10), 1512–1525.
- Bradshaw, C., Huckins, S., Hodge, C., Smith, M., & Bragdon, S. (1997). Localization of receptive prosody in the right hemisphere: Evidence from intraoperative mapping and functional neuroimaging. *Journal of the International Neuropsychology Society, 3*, 1.
- Bell, B., Dow, C., Watson, E. R., Woodard, A., Hermann, B., & Seidenberg, M. (2003). Narrative and procedural discourse in temporal lobe epilepsy. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS, 9*(5), 733–739.
- Billingsley, R. L., Mcandrews, M. P., Crawley, A. P., & Mikulis, D. J. (2001). Functional MRI of phonological and semantic processing in temporal lobe epilepsy, 1218–1227.
- Cacciari, C., & Papagno, C. (2011). Neuropsychological and Neurophysiological Correlates of Idiom Understanding: How Many Hemispheres Are Involved?, 368–385.
- Cardillo, E. R., Watson, C. E., Schmidt, G. L., Kranjec, A., & Chatterjee, A. (2012). From novel to familiar: tuning the brain for metaphors. *NeuroImage, 59*(4), 3212–21.
- Denny-Brown, D., & Banker, B. Q. (1954). Amorphosynthesis from left parietal lesion. *Archives of Neurology and Psychiatry, 71*, 302–313.
- Drane, D. L., Ojemann, G. a., Aylward, E., Ojemann, J. G., Johnson, L. C., Silbergeld, D. L., Tranel, D. (2008). Category-specific naming and recognition deficits in temporal lobe epilepsy surgical patients. *Neuropsychologia, 46*(5), 1242–1255.
- Fernández, G., Shalom, D. E., Kliegl, R., & Sigman, M. (2014). Eye movements during reading proverbs and regular sentences: the incoming word predictability effect. *Language, Cognition and Neuroscience, 29*(3), 260–273.
- Ferré, P., Ska, B., Lajoie, C., & Joannette, Y. (2011). Clinical Focus on Prosodic, Discursive and Pragmatic Treatment for Right Hemisphere Damaged Adults: What 's Right? *Rehabilitation Research and Practice, 1*-10.
- Ferreres, A., Abusamra, V., Cuitiño, M., Côté, H., Ska, B. y Joannette, Y. (2007). *Protocolo MEC. Protocolo para la Evaluación de la Comunicación de Montreal*. Buenos Aires: Neuropsi

Ediciones.

- Field, S. J., Saling, M. M., & Berkovic, S. F. (2000). Interictal discourse production in temporal lobe epilepsy. *Brain and Language*, 74(2), 213–222.
- Fogliata, A., Rizzo, S., Reati, F., Miniussi, C., Oliveri, M., & Papagno, C. (2007). The time course of idiom processing. *Neuropsychologia*, 45, 3215–3222. Mashal et al. 2008
- Fowler, H. L., Baker, G. a., Tipples, J., Hare, D. J., Keller, S., Chadwick, D. W., & Young, A. W. (2006). Recognition of emotion with temporal lobe epilepsy and asymmetrical amygdala damage. *Epilepsy and Behavior*, 9(1), 164–172.
- Giora, R. (1997). Understanding figurative and literal language: the graded salience hypothesis. *Cognitive Linguistics*, 7, 183-206.
- Giora, R. (2007). Is metaphor special? *Brain and Language*, 100, 111-114.
- Hagoort, P. (2013). MUC (Memory, Unification, Control) and beyond. *Frontiers in Psychology*, 4(July), 416.
- Hamberger, M. J., William, T., Goodman, R. R., Williams, A., Perrine, K., Devinsky, O., & Mckhann, G. M. (2007). Evidence for cortical reorganization of language in patients with hippocampal sclerosis, 2942–2950.
- Kempler, D., Van Lancker, D., Marchman, V. y Bates, E. (1999). Idiom comprehension in children and adults with unilateral brain damage. *Developmental Neuropsychology*, 15. 327-349.
- Lachaux, J., Axmacher, N., Mormann, F., & Halgren, E. (2012). High-frequency neural activity and human cognition: past, present and possible future of intracranial EEG research. *Prog Neurobiol*, 98(3), 279–301.
- Lomlomdjian, C., Solis, P., Medel, N., & Kochen, S. (2011). A study of word finding difficulties in Spanish speakers with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Research*, 97(1-2), 37–44.
- Mashal, N., Faust, M., Hendler, T., & Jung-Beeman, M. (2007). An fMRI investigation of the neural correlates underlying the processing of novel metaphoric expressions. *Brain and Language*, 100(2), 115–26.
- Papagno, C., & Cacciari, C. (2004). Ambiguous Idioms Understanding In Italian Aphasic Patients.
- Papagno, C., & Caporali, A. (2007). Testing idiom comprehension in aphasic patients : The effects of task and idiom type. *100*, 208–220.
- Papagno, C. y GENONI, A. (2004). The role of syntactic competence in idiom comprehension: a study on aphasic patients. *Journal of Neurolinguistics*, 17, 371-382.
- Papagno, C., & Lauro, L. J. R. (2010). The neural basis of idiom processing: Neuropsychological, neurophysiological and neuroimaging evidence. *1*, 21–40.
- Pollio, H., Barlow, J., Fine, H. y Pollio, M. (1977). *Metaphor and the poetics of growth: Figurative language in psychology, psychotherapy and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Rizzo, S., Sandrini, M., & Papagno, C. (2007). The dorsolateral prefrontal cortex in idiom interpretation: An rTMS study. *Brain Research Bulletin*, 71, 523–528.
- Ross, E. D., & Monnot, M. (2008). Neurology of affective prosody and its functional – anatomic organization in right hemisphere, *104*, 51–74.
- Schirmer, A., & Kotz, S. a. (2006). Beyond the right hemisphere: brain mechanisms mediating vocal emotional processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 24–30.
- Trebuchon-Da Fonseca, A., Guedj, E., Alario, F.-X., Laguitton, V., Mundler, O., Chauvel, P., & Liegeois-Chauvel, C. (2009). Brain regions underlying word finding difficulties in temporal lobe epilepsy. *Brain : A Journal of Neurology*, 132(Pt 10), 2772–84.
- Van Lancker, D. y KEMPLER, D. (1987). Comprehension of familiar phrases by left but not by right hemisphere damaged patients. *Brain and Language*, 32. 265-277.
- Walker, J. P., Daigle, T. y Buzzard, M. (2002). Hemispheric specialisation in processing prosodic structures: revisited. *Aphasiology*, vol. 16, no. 12, 1155–1172.
- Wildgruber, D., Riecker, A., Hertrich, I., Erb, M., Grodd, W., Ethofer, T., et al. (2005). Identification of emotional intonation evaluated by fMRI. *Neuroimage*, 24, 1233–1241.