

# ORGANIZACIÓN CEREBRAL DE LA PROSODIA \*

## BRAIN ORGANIZATION OF PROSODY

Jonathan Azael Caballero Meneses

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO,  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA, LABORATORIO DE COYOACÁN

---

### RESUMEN

*En neurociencias, el estudio de la organización cerebral de la prosodia se ha centrado en la distinción entre prosodia emocional, asociada a la transmisión de estados emocionales, y prosodia lingüística, asociada a la transmisión de diversas distinciones lingüísticas. Con el objetivo de explorar si existe evidencia empírica que apoye la noción de diferencias en la organización cerebral entre ambas categorías de prosodia, en este trabajo se presentan los principales hallazgos respecto a contrastes en la organización funcional de la prosodia emocional y lingüística. Asimismo, se describen posturas alternativas para la explicación de la organización funcional de la prosodia y finalmente se discuten las limitaciones conceptuales y empíricas, así como las áreas de oportunidad en la investigación futura en el área.*

---

**PALABRAS CLAVE:** neurociencias; emociones; distinciones lingüísticas; neurolingüística; imagenología; lesiones cerebrales

\* Este artículo se basa en parte en mi tesis de licenciatura. Agradezco el apoyo otorgado por el proyecto DGAPA IN304211. Asimismo, agradezco los comentarios de los revisores anónimos para este escrito. Por último, agradezco el apoyo de la Dra. Marina Menez Díaz durante la preparación y revisión de este trabajo.

ABSTRACT

*In Neuroscience, the study of the cerebral organization of prosody has focused on the distinction between emotional prosody, associated with conveying emotional states, and linguistic prosody, associated with communicating different linguistic distinctions. With the objective of exploring whether or not there is empirical evidence supporting the notion of differences in the cerebral organization between both types of prosody, this paper reports the key findings regarding differences in the functional organization of emotional and linguistic prosody. Alternative approaches for explaining the functional organization of prosody are described, followed by a discussion of the conceptual and empirical limitations, as well as the areas of opportunity for further research in this field.*

---

**KEYWORDS:** Neuroscience; emotions; linguistic distinctions; Neurolinguistics; Imagenology; brain lesions

Fecha de recepción del artículo: 27 de enero de 2015  
Fecha de recepción de la versión revisada: 6 de octubre de 2015  
Fecha de aceptación: 26 de enero de 2016

La correspondencia relacionada con este artículo debe dirigirse a:  
Jonathan Azael Caballero Meneses  
Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México  
Avenida Universidad 3004  
Copilco Universidad,  
Laboratorio de Coyoacán, Cubículo 24, Primer piso, Edificio D  
Coyoacán, Ciudad de México  
México, 04510  
j.caballero.m@comunidad.unam.mx

## 1. INTRODUCCIÓN

La comprensión y producción prosódica pueden darse de manera independiente al contenido léxico. Se conoce que lesiones cerebrales específicas pueden afectar principalmente las habilidades relacionadas con uno u otro ámbito: las *afasias* y las *aprosodias*. Tradicionalmente se ha considerado que el habla de personas que sufren afasia de Wernicke se caracteriza por la capacidad de hablar fluidamente y con entonaciones emocionales, así como de transmitir adecuadamente distinciones entre frases declarativas e interrogativas por medios prosódicos, pero con severas limitaciones en cuanto a la inteligibilidad del habla y la coherencia global de sus respuestas. También se ha descrito la capacidad de percibir estas distinciones, ya que responden ante una pregunta entonada como tal, incluso relacionando los diferentes elementos esenciales de una historia y con patrones de entonación aparentemente normales, de modo que para un oyente particular pudiera parecer un discurso normal, hasta que se nota que existe poca relación con lo preguntado y un discurso, en lo general, incoherente (Christiansen, 1999; Carlson, 2006). En contraste, existen casos de personas que pueden producir habla con contenido y entender lo que otros dicen, pero sin hacer distinciones prosódicas o haciéndolas de manera incorrecta (por ejemplo, en una tarea en la que normalmente los participantes sanos enfatizan una palabra, estos no lo hacen o pueden enfatizar otra), lo que lleva a un habla “plana”; también tienen dificultades para usar la información prosódica del habla de otras personas a fin de desambiguar enunciados y distinguir funciones e intenciones; estos casos se denominan de *aprosodia* (Buchanan, Lutz, Mirzazade, Specht, Shah, Zilles & Jäncke, 2000; Rosenbek, Rodriguez, Hieber, Leon, Crucian, Ketterson, Ciampitti, Singletary, Heilman & González, 2006).

La disociación entre la comprensión de la información prosódica y del contenido léxico se ilustra también en experimentos que exploran la percepción de la información prosódica en lenguas desconocidas para los participantes. En estos experimentos se encuentra que se pueden identificar algunos elementos prosódicos en lenguas desconocidas (y sin acceso, por tanto, al significado). El tema ha sido estudiado sobre todo con respecto a la información emocional (Juslin & Laukka, 2003; Scherer, 2003; Pell, 2006; Thompson & Balkwill, 2006; Pell & Skorup, 2008; Pell, Paulmann, Dara, Allasseri & Kotz, 2009; Sauter, Eisner, Ekman & Scott, 2010).

La psicología y las neurociencias han estudiado la prosodia principalmente con relación a su dimensión emocional (Sidtis & Van Lancker Sidtis, 2003); en

parte, debido a que se ha propuesto que la prosodia emocional tiene un origen filogenético más antiguo a las capacidades léxicas y que antiguamente constituía el principal canal de comunicación, mantenido hasta hoy por su valor evolutivo (Thompson & Balkwill, 2006; Thönnessen, Boers, Dammers, Chen, Norra & Mathiak, 2010). Al respecto, algunos autores proponen características relativamente universales de la prosodia emocional (Thompson & Balkwill, 2006), mientras que otros consideran que tiene contribuciones tanto biológicas como culturales (Scherer & Bänziger, 2004; Grandjean & Scherer, 2006; Pell, 2006). Desde la lingüística, algunos autores consideran que la función de comunicación de información emocional en la prosodia no es “propriadamente lingüística” (Wilson & Wharton, 2006), o al menos no en todos los casos (Caffi & Janney, 1994). A pesar de todo, en el área lingüística, algunos autores han abordado tanto este tema como el más general de la importancia de componentes biológicos en la prosodia (Ohala, 1984, 1994; Gussenhoven, 2002; Cid Uribe & Maluenda Parraguez, 2005).

La capacidad de transmitir información emocional a través de la prosodia ha sido denominada *prosodia emocional*, y se ha contrastado principalmente con la *prosodia lingüística* (que permitiría transmitir contrastes tales como distinciones entre frases declarativas e interrogativas, focalización, entre otras distinciones). Esta distinción entre prosodia emocional y lingüística presenta dificultades y, en efecto, ha sido atacada conceptualmente y en términos de si se puede efectivamente considerar que se trate de fenómenos independientes (Seddoh, 2002). Con todo, ha sido una distinción ampliamente utilizada para el estudio de la organización cerebral de la prosodia, por lo que en este artículo se retomará como eje organizador. El lector interesado puede encontrar más información al respecto y propuestas alternativas para clasificar la información que la prosodia permite transmitir en Caballero Meneses (2011).

El objetivo de este artículo es brindar un panorama general respecto a la investigación sobre las bases cerebrales de la prosodia, así como evaluar si existen bases empíricas que apoyen la distinción entre prosodia emocional y prosodia lingüística en el ámbito cerebral, considerando que ha sido una distinción ampliamente utilizada como eje organizador de la investigación. Adicionalmente, este trabajo tiene el propósito de puntualizar algunas limitaciones de la investigación actual y en qué direcciones existe posibilidad de avance en el área.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en el siguiente apartado se describen los estudios que han abordado la prosodia emocional como punto focal

de interés, enfatizando los principales hallazgos respecto a los patrones de organización cerebral propuestos; en el tercer apartado se presentan las propuestas que se han dado para entender la organización cerebral de la prosodia lingüística de una manera global y sin centrarse en detalles metodológicos y de implementación menores de los estudios revisados; en el cuarto apartado se abordan estudios específicos que ponen a prueba la hipótesis de una distribución cerebral distinta para la prosodia emocional y la prosodia lingüística; finalmente, en la quinta sección, se discute si los estudios revisados permiten sostener la postura de una organización cerebral diferente para la prosodia lingüística y emocional, así como las limitaciones presentes en la investigación.

## 2. ORGANIZACIÓN CEREBRAL DE LA PROSODIA EMOCIONAL

Desde finales de la década de 1870 se empezó a observar que pacientes afásicos, incluso algunos con dificultades severas, podían comunicar efectivamente sus intenciones a partir de la modulación emocional asociada a la prosodia, lo que llevó a cuestionar la posición dominante –atribuible en buena medida a Broca y Wernicke– de que el lenguaje era una función completamente lateralizada hacia el hemisferio izquierdo y a propuestas en las que el hemisferio derecho jugaba un importante papel en la modulación de la prosodia (Ross & Monnot, 2008; Kemmerer, 2015). El habla de estos pacientes era considerada un habla empobrecida, pero la modulación emocional seguía presente. Debido a que el lenguaje, en especial en cuanto a sus componentes sintácticos y gramaticales, ha sido relacionado con el hemisferio izquierdo del cerebro, el patrón de hallazgos sugería un papel especial del hemisferio derecho en aspectos emocionales de la comunicación. Este tema es de importancia fundamental, ya que fue a partir de casos de pacientes que presentaban dificultades psicosociales en contextos de recuperación parcial de lesiones cerebrales que se comenzaron a realizar estudios centrados en elucidar las bases neurobiológicas de la prosodia. Más de un siglo después, hacia mitad de la década de 1970, iniciaron los primeros estudios formales sobre dificultades en la comunicación del afecto (Ross & Monnot, 2008).

Hacia la década de los años 1980 se propuso que la organización cerebral del hemisferio derecho con respecto a la producción y percepción de la prosodia era similar a la del hemisferio izquierdo para el lenguaje y sus áreas clásicas como Broca y Wernicke asociadas a la producción y percepción del lenguaje, respec-

tivamente (Ross, 1981, citado en Ross & Monnot, 2008). Esta propuesta ha sido recogida e investigada por diversos autores (Buchanan *et al.*, 2000; Wildgruber, Riecker, Hertrich, Erb, Grodd, Ethofer & Ackermann, 2005).

Tomando en cuenta esta perspectiva y observaciones posteriores que mostraron que también podían surgir dificultades prosódicas a partir de lesiones en el hemisferio izquierdo, actualmente se ha propuesto que, si bien el procesamiento de la prosodia es una función principalmente del hemisferio derecho, no se da de manera exclusiva en este. En contraste, se postula una organización distribuida en ambos hemisferios donde el derecho juega un papel fundamental (Pell, 2002; Wildgruber *et al.*, 2005; Ross & Monnot, 2008).

¿Por qué las lesiones en el hemisferio izquierdo podrían traer dificultades prosódicas si se asume que la prosodia es una función lateralizada principalmente al hemisferio derecho? Una de las explicaciones que se ha propuesto tiene que ver con la comunicación interhemisférica. De esta manera, se adicionarían a la producción articulatoria y verbal (procesos lateralizados hacia el hemisferio izquierdo), las características acústicas y prosódicas relacionadas con las emociones (procesos más lateralizados al hemisferio derecho), modificando el plan motor para la articulación (Klouda, Robin, Graff-Radford & Cooper, 1988; Ross & Monnot, 2008); este proceso sería también válido para distinciones lingüísticas, como la entonación asociada a preguntas y declaraciones y a otros usos pragmáticos del lenguaje donde la prosodia juega un papel importante, tales como el acento enfático (Klouda *et al.*, 1988). De manera consistente con esta propuesta explicativa, se ha observado una incapacidad de repetir tonos emocionales en casos de desconexión callosa (una lesión que afecta el cuerpo calloso, una de las principales estructuras que permiten la comunicación interhemisférica) y se ha descrito principalmente un daño subcortical en casos de dificultades prosódicas por lesiones en el hemisferio izquierdo, lo que podría implicar también un indicio de problemas de conexión interhemisférica (Ross & Monnot, 2008), situación que sugeriría dificultades de tráfico de la información proveniente del hemisferio derecho.

Este tipo de observaciones permiten apreciar cómo, a pesar de los estudios de dificultades prosódicas debidas a lesiones del hemisferio izquierdo, la prosodia puede seguir siendo descrita como una función lateralizada principalmente al hemisferio derecho.

Las áreas del cerebro (tanto corticales como subcorticales) que se han relacionado con la prosodia son diversas. Su identificación ha involucrado el uso de

diversas metodologías, como los estudios de lesiones (*e. g.* Van Lancker, Pachana, Cummings & Sidtis, 2006), imagenología (*e. g.* Wildgruber *et al.*, 2005) y estimulación y mapeo cerebral en contextos durante o posteriores a operaciones neurológicas (*e. g.* Péron, Grandjean, Le Jeune, Sauleau, Haegelen, Drapier, Rouaud, Drapier & Vérin, 2010).

Algunas dificultades prosódicas se han asociado a áreas subcorticales. Con todo, en el caso de dificultades afásicas y aprosódicas suelen ser menos severas cuando involucran exclusivamente regiones subcorticales. Cabe señalar que en la organización funcional de los procesos de comunicación en otras especies también se observa el involucramiento de regiones subcorticales (Ross & Monnot, 2008).

Los ganglios basales se encuentran entre las estructuras subcorticales que han recibido mayor atención al respecto. Estos están involucrados principalmente con la conducta motora, aunque algunas regiones de los mismos también se asocian con actividades cognitivas. Disfunciones en estas áreas (independientemente del hemisferio) se han asociado con aprosodias, y son más graves cuando se presentan de manera conjunta con daño cortical, en especial en el lóbulo temporal (Pell, 2002).

Otra fuente de evidencia con respecto al papel de los ganglios basales en la prosodia proviene del estudio de las dificultades en esta dimensión del lenguaje en personas con Parkinson, una enfermedad caracterizada principalmente por la degeneración progresiva y más o menos focalizada de los ganglios basales. Estas dificultades se ilustran al comparar la capacidad de identificar el afecto a partir de pistas semánticas (enunciados cuyo contenido semántico incluye el estado emocional) contra pistas prosódicas (Pell, 2002). Una fuente posible de estas dificultades podría ser la deficiencia en el procesamiento de características temporales sutiles de la prosodia. Se ha propuesto que dichas dificultades prosódicas podrían relacionarse con –o incluso basarse en– alteraciones en la percepción temporal y control temporal de la conducta reportadas en personas con Parkinson y reflejadas también en alteraciones temporales en el habla y la conducta, que constituyen parte de las características principales del Parkinson (Breitenstein, Van Lancker, Daum & Waters, 2001).

Desde una perspectiva distinta, usando una metodología de imagenología funcional (este tipo de metodologías permite observar las áreas que se activan en el cerebro ante tareas específicas), Wildgruber y colaboradores (2005) realizaron un experimento dirigido a explorar las áreas cerebrales involucradas en la percepción de la prosodia emocional como un proceso general y las áreas involucradas en la

percepción de emociones específicas. En su experimento, presentaron un conjunto de 100 grabaciones de frases declarativas de contenido semántico neutro (en cuanto a emociones), asignadas aleatoriamente para representar alegría, tristeza, enojo, miedo o asco y grabadas por dos actores profesionales, un hombre y una mujer. Compararon la activación cerebral que se dio en la tarea de reconocimiento de emociones (mediante una tarea de decisión forzada entre las cinco categorías: alegría, tristeza, enojo, miedo y asco) contra la observada en una tarea fonética, en la que se debía verbalizar la vocal que siguiera al primer fonema /a/ (lo que también resultaba en una tarea de decisión forzada de cinco categorías: /a/, /e/, /i/, /o/, /u/). El uso de esta metodología obedece a que en la condición de decisión sobre la emoción percibida y sobre la vocal percibida se emplean los mismos estímulos auditivos (las grabaciones) y el proceso de respuesta es similar (elección forzada, cinco opciones de respuesta). De hecho, se reporta que los tiempos de reacción para ambas tareas no difieren, hallazgo interpretado como evidencia de que las tareas tuvieron un nivel de dificultad comparable. Se reporta activación cerebral relacionada con la percepción de prosodia emocional en la corteza frontal derecha (región frontal dorsolateral, también relacionada con discriminación de tonos), en corteza temporal derecha (surco temporal superior, análogo al área de Wernicke en el hemisferio izquierdo); corteza orbitobasal derecha (relacionada con percepción y juicios afectivos en rostros, sabores y entonación emocional). No se encontró evidencia de patrones de activación específicos dependiendo de la emoción aunque eran esperados basándose en hallazgos clínicos previos. Se consideró que la ausencia de resultados en este sentido puede deberse al tamaño de la muestra empleada y/o a características específicas de la tarea.

Buchanan y colaboradores (2000) reportan resultados similares. Emplearon estímulos que diferían en la primera vocal (*power, bower, tower, dower*) pronunciados cada uno reflejando cuatro emociones distintas: enojo, alegría, tristeza o una expresión neutral. Cada participante fue sometido a cuatro condiciones experimentales. En cada una de ellas la tarea era identificar una clase de estímulo particular: en dos de ellas una palabra específica (todas las ocurrencias de *power* o *bower*) y en otras dos una emoción particular, independientemente de la palabra (todas las ocurrencias de entonación triste o alegre). Respecto al procesamiento de la prosodia emocional, se reporta una mayor activación en la corteza temporal anterior derecha, así como en el giro frontal inferior (*pars opercularis*) derecho,



el giro cingulado izquierdo (relacionado con la atención y el procesamiento emocional) y el lóbulo parietal inferior derecho.

En general, se nota convergencia en los resultados obtenidos por estudios de imagenología, en especial en la participación del lóbulo temporal y frontal derechos. Esto es congruente con lo reportado en diferentes trabajos, en los que se han empleado diferentes metodologías (Pell, 2002; Wildgruber *et al.*, 2005; Szymanowski, Szymanowski, Kotz, Schröder, Rotte & Dengler, 2007; Ross & Monnot, 2008; véase también Buchanan *et al.*, 2000). Las principales discrepancias vienen del contraste entre los datos provenientes de estudios con metodologías de imagenología al ser comparados con estudios de lesiones, pero esta es una dificultad general en la investigación sobre la función de las áreas cerebrales.

En cuanto a estas áreas, la participación del área frontal derecha se ha relacionado con el procesamiento de emociones (Buchanan *et al.*, 2000) –en especial el área orbitofrontal (Wildgruber *et al.*, 2005)– y memoria de trabajo para tonos (particularmente el área dorsolateral; Wildgruber *et al.*, 2005). En cuanto a la participación de las áreas temporales, se observa una mayor activación de la corteza derecha ante las tareas relacionadas con la prosodia (aunque se presenta activación del área tanto en tareas fonéticas y semánticas como prosódicas). Se propone que esto se debe a su asociación con el procesamiento auditivo general y de manera más marcada en el procesamiento del tono (Buchanan *et al.*, 2000; Wildgruber *et al.*, 2005).

### 3. ORGANIZACIÓN CEREBRAL DE LA PROSODIA LINGÜÍSTICA

Como se explicó anteriormente, el principal punto de contraste con el que se compara la prosodia emocional es la prosodia lingüística. En la investigación neurofisiológica, se ha llamado prosodia lingüística al conjunto de contrastes discretos que permite transmitir la prosodia, como la distinción entre frases declarativas e interrogativas y la focalización. Aunque es ampliamente utilizada, esta dicotomía entre prosodia emocional y lingüística ha sido atacada conceptualmente. Por ejemplo, Seddoh (2002), centrándose en esta distinción aplicada a la entonación –uno de los componentes prosódicos en el que más énfasis se ha puesto–, considera que el uso de los términos es incorrecto; desde su perspectiva, llamar “entonación lingüística” a un fenómeno que ya se asume lingüístico sería redundante y no aportaría nada al término. Debido a que la discusión de las implicaciones conceptuales

y de la propiedad de la distinción entre prosodia lingüística y emocional rebasa los objetivos de este trabajo, ese tema no se desarrollará en estas páginas.

En esta sección se presentan las diferentes propuestas que se han dado para explicar la organización cerebral de la prosodia lingüística con el objetivo de permitir una comprensión global y evitar un énfasis en la diversidad de aspectos metodológicos y de implementación de los estudios que se han hecho en el área. En contraste, en el apartado posterior se describen con más detalle diversos estudios que buscan puntualizar la organización cerebral de la prosodia y que tienen en común el objetivo de contrastar las diferencias específicas entre prosodia lingüística y prosodia emocional.

Entre las principales perspectivas se encuentra la *hipótesis de lateralización derecha de la prosodia*, en la que se propone que tanto las funciones emocionales como lingüísticas están lateralizadas al hemisferio derecho (Mildner, 2004; Dromey, Silveira & Sandor, 2005; Arciuli & Slowiaczek, 2007). Otra hipótesis, la de la *lateralización funcional*, propone que el involucramiento de los hemisferios varía dependiendo de la significancia de los estímulos prosódicos y la tarea; la prosodia lingüística sería procesada principalmente en el hemisferio izquierdo, mientras que la emocional sería procesada en el derecho (Mildner, 2004; Dromey *et al.*, 2005; Shah, Baum & Dwivedi, 2006; Arciuli & Slowiaczek, 2007). La *hipótesis de dependencia de pistas perceptuales (cue-dependent hypothesis)* propone que el involucramiento de los hemisferios varía dependiendo de atributos de la señal (Mildner, 2004; Shah *et al.*, 2006): los parámetros temporales de la prosodia estarían más lateralizados al hemisferio izquierdo, mientras que los parámetros espectrales estarían lateralizados más hacia el hemisferio derecho (Gandour, Tong, Wong, Talavage, Dzemic, Xu, Li & Lowe, 2004; Shah *et al.*, 2006; Arciuli & Slowiaczek, 2007). Otra perspectiva, que puede ser denominada *hipótesis de dominio temporal*, considera que los estímulos de duración corta serían procesados principalmente en el hemisferio izquierdo (sobre todo información segmental), mientras que aquellos de duración larga (suprasegmental y, por lo tanto, en el dominio de la prosodia) serían procesados básicamente en el hemisferio derecho (Shah *et al.*, 2006; Arciuli & Slowiaczek, 2007); esta teoría introduce la dificultad de especificar los límites exactos entre información de duración corta y larga, ya que la frontera entre el dominio segmental y el suprasegmental no siempre es clara. En una última perspectiva se ha llegado a proponer que la prosodia no está

lateralizada (Arciuli & Slowiaczek, 2007) y que sería probablemente una función subcortical (Mildner, 2004).

Otra perspectiva ha propuesto que, en general, los aspectos comunicativos del lenguaje como un todo (aspectos lingüísticos, paralingüísticos, extralingüísticos, pragmáticos, dependientes de contexto, prosodia, discurso) están más lateralizados al hemisferio derecho; mientras que las habilidades independientes de contexto (aspectos formales del lenguaje, gramática en general, fonología, sintaxis, morfología, etc.) están más lateralizadas hacia el hemisferio izquierdo (Paradis, 1998; Fonseca, Wagner, Rinaldi & Parente, 2007).

Como se aprecia, algunas perspectivas hacen referencia al contraste con la prosodia emocional, otras, al contraste dependiendo de la duración de los estímulos y algunas más consideran la distribución de la prosodia de manera general (asumiendo que se distribuye del mismo modo tanto la emocional como la lingüística). Esto no está guiado necesariamente por consideraciones teóricas sino por trabajo empírico que intenta descubrir las zonas en las que está representada esta función. El debate sobre cuál es la hipótesis que mejor explica la lateralización de la prosodia está lejos de aclararse, pues diversos trabajos apoyan distintas hipótesis (Gandour *et al.*, 2004; Mildner, 2004; Shah *et al.*, 2006; Arciuli & Slowiaczek, 2007).

Al hablar de prosodia se habla de características suprasegmentales, pero estas varían en su duración. La unidad más pequeña en la que se puede brindar información prosódica es la sílaba (Gandour *et al.*, 2004); por ejemplo, en español e inglés existe el acento, en japonés, el contraste de duración de vocales cortas y largas y, en chino, diferencias de tono para distinguir significados, todas estas distinciones operando a nivel de sílaba. Sin embargo, en los términos *prosodia* y *características suprasegmentales* también caben variaciones de entonación a nivel de enunciados. Esto, aunado al hecho de que hay diferentes contribuciones acústicas a la prosodia (temporales, tonales, volumen, cualidad de la voz, etc.), hace surgir la pregunta de si efectivamente es una buena conceptualización considerar a la prosodia como *todo* lo suprasegmental (como se ha hecho en muchos de los trabajos que se describen en esta revisión), o si diferenciaciones más sutiles de las variables que la influyen o de su dominio temporal (por ejemplo, sílabas, palabras, enunciados) permitirían un mejor estudio de su organización cerebral.

En esta sección cabe destacar la perspectiva de Gandour, quien propone que existen factores específicos del lenguaje que influyen la organización cerebral (Gandour, Wong, Dzemidzic, Lowe, Tong & Li, 2003; Gandour *et al.*, 2004). Su

propuesta es particularmente interesante porque refleja la influencia del aprendizaje y del idioma que se habla sobre la organización cerebral de la prosodia. En sus trabajos, compara la actividad cerebral asociada a tareas prosódicas en hablantes de inglés y de mandarín. Los hallazgos principales de sus estudios muestran un efecto del idioma, ya que algunas características prosódicas están asociadas a patrones de activación diferentes entre hablantes de cada una de estas lenguas. Específicamente, el tono léxico, que solo es una diferencia contrastiva en mandarín, muestra un patrón de activación en el hemisferio izquierdo en hablantes de dicho idioma, mientras que en hablantes de inglés muestra un patrón de activación lateralizado al hemisferio derecho (Gandour *et al.*, 2003). Desde la perspectiva de los investigadores, los patrones neurobiológicos muestran ajustes a los requerimientos prosódicos de las lenguas. Se resalta que el patrón de activación en hablantes de inglés (predominantemente hacia el hemisferio derecho) refleja de manera principal un procesamiento acústico, mientras que el procesamiento con involucramiento del hemisferio izquierdo en hablantes de mandarín refleja acceso a información léxica; estos autores apoyan su interpretación resaltando que el procesamiento con involucramiento del hemisferio izquierdo no se da en hablantes de mandarín al ser expuestos a una lengua tonal diferente: el tailandés (Gandour *et al.*, 2003). Se propone que este tipo de patrones de respuesta cerebral podría reflejar que los sistemas de procesamiento perceptual más profundo (*e. g.* lingüístico) se impondrían a sistemas de procesamiento perceptual más temprano (*e. g.* percepción de tono). En otras palabras, la lateralización de los patrones de activación sería influida por la experiencia con el lenguaje, que moldearía las representaciones (prosódicas) internas asociadas a ciertas características acústicas externas (Gandour *et al.*, 2004).

#### 4. ESTUDIOS PUNTUALES DE COMPARACIÓN ENTRE PROSODIA LINGÜÍSTICA Y PROSODIA EMOCIONAL Y SU RELACIÓN CON POSTURAS ALTERNATIVAS

En los apartados anteriores se describió la organización funcional de la prosodia emocional y la lingüística por separado. La síntesis de los hallazgos revisados apunta a un papel privilegiado del hemisferio derecho en el procesamiento tanto de la prosodia emocional como lingüística. En la caracterización de la prosodia lingüística, sin embargo, existe un poco más de controversia, ya que algunos autores han llamado la atención hacia la importancia del hemisferio izquierdo. Este contraste

indica ya una diferencia en la organización cerebral de la prosodia lingüística, si bien también refleja similitudes. Pell (1999a) considera que un estudio detallado del hemisferio derecho –principalmente mediante la metodología de análisis de lesiones– es importante para poder caracterizar puntualmente los subsistemas que se relacionan con el procesamiento de la prosodia, así como el estudio de la interacción de varias distinciones prosódicas simultáneas (por ejemplo, emocionales y lingüísticas a la vez). La importancia del estudio de efectos de interacción también ha sido resaltada por otros autores (*e. g.* Pihan, Tabert, Assuras & Borod, 2008).

En esta sección se abordan estudios que hacen contrastes puntuales entre prosodia lingüística y emocional y se relacionan los resultados de dichos estudios con las propuestas alternativas que buscan explicar más adecuadamente cuáles son las variables que determinan el involucramiento de áreas cerebrales en el procesamiento de la prosodia.

Como se describió anteriormente, una de las posturas más extendidas apoya la idea de que difieren la prosodia lingüística y emocional, así como su organización cerebral (McRoberts, Studdert-Kennedy & Shankweiler, 1995; Snow, 2000; Van Lancker *et al.*, 2006; Wildgruber, Ackermann, Kreifelts & Ethofer, 2006). El origen histórico de esta distinción se puede trazar hasta 1915, con la distinción entre los “modos” emocional y proposicional. Posteriormente, en 1947, Monrad-Krohn propuso el término *prosodia* y desde ese momento se suelen asumir las categorías emocional y lingüística (Snow, 2000).

Por otra parte, propuestas alternativas sobre la organización de la prosodia han sugerido que las variables que determinan el involucramiento hemisférico son atributos físicos: un procesamiento diferencial para las características temporales –en el hemisferio izquierdo– y espectrales –en el hemisferio derecho (Pell, 1999a; Van Lancker *et al.*, 2006)– o por diferencias en atributos temporales, donde eventos más cortos, incluyendo los fonemas, serían procesados preferencialmente en el hemisferio izquierdo mientras que eventos más largos, en especial los que afectan a las oraciones por completo, serían procesados en el hemisferio derecho (Van Lancker *et al.*, 2006). Algunos autores incluso consideran que la organización cerebral de la prosodia se caracteriza mejor en conjunto, sin atender a la distinción lingüística en contraste con la emocional (Snow, 2000). Desde esta perspectiva, la prosodia se procesaría principalmente en el hemisferio derecho y luego sería asociada a la información léxica mediante el cuerpo calloso (Lakshminarayanan, Shalom, Van Wossenhove & Orbelo, 2003).

Grandjean y Scherer (2006) presentan dos experimentos en los que exploran la posibilidad de aislar el proceso de decodificación de la prosodia emocional y lingüística en el ámbito neurológico.

Uno de ellos involucró a participantes con daño cerebral del hemisferio izquierdo o derecho y participantes sin lesiones, como grupo de control; los participantes fueron expuestos a estímulos que combinaban distinciones prosódicas lingüísticas (frases declarativas, interrogativas e imperativas) y emocionales (alegría, enojo y tristeza) o que solo hacían distinción en una de las dos dimensiones en frases de contenido léxico neutro. Los estímulos se presentaron sin modificaciones o filtrados para remover el contenido léxico. Los autores encontraron dificultades en el reconocimiento de estímulos que distinguen ambas dimensiones a la vez y dificultades en el reconocimiento de la prosodia lingüística en personas con daño en el hemisferio izquierdo, en comparación con participantes control. Los participantes con daño en el hemisferio derecho presentaron dificultades en el reconocimiento y discriminación de estímulos simples (solo prosodia lingüística o solo prosodia emocional) en comparación con los participantes control.

En el segundo experimento emplearon electroencefalografía en participantes control expuestos a palabras con diferencias fonémicas (es decir, en un solo fonema; específicamente ocuparon las palabras del francés, *ballon*, *talon*, *vallon*, cuyo fonema inicial es /b/, /t/ y /v/, respectivamente) y manipuladas para transmitir alegría, tristeza o una expresión neutral, así como enunciados de tipo declarativo o interrogativo. Los participantes debían identificar la prosodia emocional, lingüística y las diferencias fonémicas (el sonido inicial) en bloques contrabalanceados. Grandjean y Scherer (2006) concluyeron que los patrones de actividad observados reflejaron el involucramiento de diferentes redes cerebrales –conjuntos de áreas cerebrales que participan de manera conjunta en el procesamiento de información– para la prosodia lingüística y emocional. Dado que los mismos estímulos fueron empleados para las tareas fonémicas y dado que las distinciones tanto emocionales como lingüísticas fueron transmitidas principalmente mediante variaciones tonales, los autores concluyeron que el patrón observado no se puede explicar aduciendo diferencias acústicas, es decir, los resultados de su experimento son incompatibles con el modelo de lateralización hemisférica por parámetros acústicos.

El trabajo de Gandour y su equipo (2003), ya referido en la sección anterior, se describe con un nivel más alto de detalle metodológico en esta sección. Los autores exploraron si el involucramiento de los hemisferios obedece a la signifi-

cancia de los estímulos (emocional vs. lingüístico) o a las características acústicas de los estímulos presentados a los sujetos. Trabajaron con el idioma mandarín, ya que, al ser una lengua tonal, permite hacer comparaciones entre el procesamiento de la prosodia emocional y lingüística que se da a nivel de frase contra las distinciones prosódicas léxicas que se presentan a nivel de la sílaba. Mediante la metodología de resonancia magnética funcional y la exposición de sus participantes –hablantes de mandarín y de inglés– a estímulos en mandarín que marcaban simultáneamente distinciones lingüísticas (enunciados declarativos contra interrogativos) y emocionales (alegría, enojo y tristeza), exploraron qué variable determina el involucramiento hemisférico. Los autores concluyeron que el hemisferio derecho desempeña un papel fundamental para el procesamiento de la prosodia emocional y que al menos algunos aspectos de la prosodia emocional son disociables de la prosodia lingüística. Esto con base en sus hallazgos, donde reportaron diferencias entre grupos al comparar prosodia emocional contra lingüística: actividad en regiones anteriores y posteriores de la región prefrontal del hemisferio derecho, así como actividad en el hemisferio izquierdo, solo para el grupo de hablantes de mandarín. De acuerdo con los autores, este patrón de resultados no se puede explicar mediante las teorías de disociación por atributos (tono vs. características temporales) ni mediante la teoría de la extensión temporal de la información prosódica, ya que tanto la prosodia emocional como la lingüística (en este caso referida a distinciones de enunciados declarativos e interrogativos) se dan en extensiones temporales equivalentes, a nivel de frase. Desde su perspectiva, los resultados reflejan la influencia de efectos modulados por la atención, y que dependen de la significancia de los estímulos prosódicos, es decir, de la distinción emocional en contraste con la lingüística, apoyando la teoría que postula que esta es la dimensión más importante para determinar las áreas cerebrales involucradas. Cabe subrayar que en este experimento los estímulos prosódicos no fueron puros, ya que en todos los casos reflejaban simultáneamente distinciones emocionales y lingüísticas y que lo que determinó las diferencias observadas fue la tarea: aunque los estímulos fueron los mismos, se observó un patrón diferente al poner atención a los contrastes emocionales o lingüísticos. Este trabajo ilustra cómo las diferencias observadas en el procesamiento cerebral pueden depender en parte de la contribución del sujeto (en este caso, la atención enfocada a uno u otro tipo de información) y no de características propias e inmutables de los estímulos. Además, sugiere que el estudio adecuado del procesamiento de la prosodia en el

ámbito cerebral podría requerir que se tome en cuenta la contribución y relación de diferentes procesos cognoscitivos, además de las características de los estímulos *per se*, para lograr una mejor comprensión de este fenómeno.

Los trabajos de Klouda y colaboradores (1988) y Rymarczyk y Grabowska (2007) enfatizan la importancia de estructuras subcorticales para el procesamiento de la prosodia en general. En el segundo trabajo se resalta el papel de los ganglios basales mientras que en el primero el del cuerpo calloso (principalmente para la prosodia emocional, como fue descrito en el primer apartado).

Rymarczyk y Grabowska (2007) consideran que la red neuronal dedicada a la prosodia incluye componentes corticales y subcorticales, donde las áreas prefrontal, temporo-parietal y los ganglios basales serían las estructuras principales, aunque llaman la atención hacia la necesidad de distinguir mejor las similitudes o diferencias entre las estructuras involucradas en el procesamiento de prosodia emocional o lingüística. Después de analizar el desempeño de personas con daño cerebral en diferentes zonas del hemisferio derecho, reportan que si bien todos los participantes muestran dificultades prosódicas tanto en el componente lingüístico como en el emocional, estas son más marcadas para el segundo componente. Consideran que la organización de la prosodia emocional y lingüística podría involucrar áreas sobrepuestas y que la prosodia lingüística, en comparación con la emocional –que es procesada principalmente en el hemisferio derecho– podría estar representada de manera más bilateral. También reportan un efecto de interacción entre el sexo de los pacientes y el sitio de la lesión: las mujeres con daño en áreas frontales tienen mayores dificultades que los hombres con daño en las mismas áreas, mientras que el patrón opuesto se observa para daños en áreas subcorticales; sin embargo, advierten que estos resultados podrían reflejar la influencia de otras variables, por lo que se deben tomar con cautela. Los resultados de su trabajo, que demuestran diferente gravedad en las dificultades prosódicas emocionales y lingüísticas en el marco de lesiones cerebrales, son compatibles con la idea de diferente organización cerebral para los dos tipos de prosodia, sin embargo, cabe destacar la propuesta de la superposición de áreas dedicadas a estas funciones. Los hallazgos efectivamente reflejarían una organización distinta para la prosodia lingüística y emocional, pero no una organización completamente independiente.

Klouda y colaboradores (1988), mediante un estudio de caso clínico de lesión en el cuerpo calloso, notaron que el desempeño en la señalización de con-



trastes prosódicos mediante el tono, específicamente, mediante las variaciones en la frecuencia fundamental (F0), mejoró dependiendo del tiempo posterior a la lesión cerebral, mientras que los parámetros temporales se encontraron preservados en todas las evaluaciones. Se considera que, aunque el hemisferio derecho contribuye al control de la F0 en contrastes prosódicos, esta función puede ser realizada por el hemisferio izquierdo al pasar el tiempo después de una lesión. Consideran que sus resultados son compatibles con la hipótesis de disociación de la prosodia por atributos físicos (tonales contra temporales). Con todo, también se reportan mayores déficits relacionados con la prosodia emocional que con la lingüística. El patrón global encaja bien en un modelo en el que el hemisferio derecho participa tanto para la prosodia emocional como para la lingüística y con la idea de que la organización cerebral de ambos tipos de prosodia, aunque diferente, puede estar sobrepuesta.

Por su parte, Joannette, Ansaldo, Kahlaoui, Coté, Abusamra, Ferres y Roch Lecours (2008) reportan que las dificultades más características en pacientes con lesiones del hemisferio derecho son las que afectan al procesamiento de la prosodia emocional y de la prosodia lingüística relacionada con la distinción de frases declarativas e interrogativas. Se refieren a casos de lesiones en el hemisferio derecho donde se producen alteraciones puras del procesamiento de la prosodia lingüística. Asimismo, resaltan que las alteraciones en pacientes con lesiones en el hemisferio izquierdo y derecho son cualitativamente diferentes, ya que en los pacientes con lesiones del hemisferio izquierdo, las dificultades están asociadas al procesamiento de acento léxico. Los autores concluyen que en el procesamiento de la prosodia se observa una cooperación interhemisférica. Pell (1999a) también reporta casos de lesiones que pueden afectar independientemente ya sea a la prosodia lingüística o a la emocional. Hallazgos como estos, que resaltan dificultades asociadas a uno, pero no a ambos tipos de distinciones prosódicas, son compatibles con la hipótesis de lateralización funcional que enfatiza la importancia de la significancia de los estímulos, es decir, enfatiza las diferencias entre prosodia lingüística y emocional.

Pell (1999a, 1999b) reporta los hallazgos de un estudio de participantes con daño cerebral en el hemisferio derecho y participantes sin patología, con el fin de clarificar el involucramiento del hemisferio derecho en la prosodia. Reporta de manera separada los hallazgos para la F0 (Pell, 1999a) y para los parámetros temporales (Pell, 1999b).

En sus estudios empleó frases que presentaban simultáneamente distinciones prosódicas emocionales y lingüísticas: acento enfático y modalidad (frases declarativas e interrogativas).

En cuanto a los resultados para la F0, se encuentra que, aunque los participantes con daño cerebral podían producir frases similares a las normales en la forma general (en términos acústicos), la variación en la F0 era menor; además, sus producciones eran menos efectivas para transmitir énfasis y contrastes emocionales, lo cual se observó al ser evaluadas perceptualmente por participantes control.

Aunque los patrones acústicos de distinción de declaraciones e interrogaciones se conservaban en los individuos con daño cerebral, la capacidad de hacer esta distinción simultáneamente con distinciones emocionales entrañó más dificultades: al producir frases que reflejaban tristeza, el aumento terminal de la F0 relacionado con las preguntas fue poco marcado; a su vez, este incremento terminal no se alcanzó al producir frases que reflejaban alegría.

Resumiendo sus resultados, Pell considera que la capacidad de producir distinciones categóricas (por ejemplo, énfasis y modalidad) podría estar mejor conservada que la de producir contrastes de carácter continuo (por ejemplo, diferentes grados de emociones).

También se reportan restricciones en medidas de variabilidad de la prosodia de manera general, dato que considera podría relacionarse con las observaciones clínicas de aplanamiento afectivo del habla en personas con déficits prosódicos. Efectivamente, las distinciones emocionales son de naturaleza continua, por lo que, siguiendo la postura que propone efectos diferenciales para contrastes continuos y categóricos, este no representa un hallazgo incongruente.

La postura de este trabajo indica que la variable que distingue el involucramiento hemisférico es el contraste entre aspectos continuos y categóricos. Esto se opone a la postura según la cual la organización funcional de la prosodia emocional y lingüística presenta diferente organización cerebral. De acuerdo con el autor, los resultados observados pueden deberse a que la prosodia lingüística y la emocional *tienden* a tener diferente tipo de codificación: categórica o continua, respectivamente, pero que no es necesariamente la función lingüística o emocional la que determina el involucramiento hemisférico (Pell, 1999a).

Por otra parte, en cuanto a los hallazgos relacionados con las características temporales de la prosodia, se describe una capacidad de codificación generalmente preservada en individuos con daño cerebral (Pell, 1999b). De manera análoga

a los resultados para la F0, se encuentran pocas diferencias acústicas, aunque son más notorias al evaluarlas mediante juicios perceptuales de participantes control. Se reportan también mayores dificultades para expresar distinciones de naturaleza gradual en contraste con distinciones categóricas.

Wildgruber y colaboradores (2006) conducen una serie de experimentos mediante la metodología de resonancia magnética funcional para explorar la organización de la prosodia emocional; entre ellos, un contraste crucial para lo que nos atañe en esta sección: se efectúa una comparación entre prosodia emocional y prosodia lingüística. Los autores concluyen que, tanto la prosodia emocional como la prosodia lingüística, comparten áreas en el hemisferio derecho para el procesamiento acústico más temprano de los estímulos, pero que el juicio explícito de aspectos lingüísticos de la prosodia está relacionado con áreas del lenguaje en el hemisferio izquierdo, mientras que la evaluación explícita de prosodia emocional se relaciona con áreas orbitofrontales bilaterales. Este patrón de resultados apoya simultáneamente la idea de una organización diferente para prosodia emocional y lingüística y la idea de redes neuronales sobrepuestas: los estadios iniciales serían compartidos mientras que estadios tardíos (y quizá más específicos) serían diferentes.

Van Lancker y su equipo (2006) reportan estudios de caso de dos individuos con dificultades prosódicas posteriores a daño subcortical. La paciente 1 mostraba una lesión en el globo pálido y putamen de forma bilateral mientras que el paciente 2 mostraba un daño en el putamen, globo pálido y cápsula interna derechos. En la paciente 1, el habla carecía de variación tonal y las expresiones conversacionales espontáneas se habían perdido; en el paciente 2 había una expresividad reducida y su estilo comunicativo era impulsivo; en ambos casos se tenían muestras del habla anteriores a las lesiones; por las diferencias en el habla anterior y posterior a las lesiones, los autores afirman que estos patrones de expresión pueden adjudicarse a las mismas. En contraste, las habilidades para la comprensión de prosodia, tanto lingüística como afectiva, se encontraban preservadas en ambos pacientes. La paciente 1 tenía más dificultades para producir prosodia emocional cuando los autores le pedían que dijera frases aparentando distintas emociones que cuando debía repetir las de un modelo, lo que había afectado sus relaciones sociales y ocupacionales; el paciente 2 podía producir frases con prosodia emocional tanto al ser solicitadas por los autores como al repetir las a partir de un modelo; sin embargo, sus dificultades prosódicas habían afectado su comunicación en ámbitos personales y profesionales. Las dificultades de ambos pacientes no tenían orígenes

motores ni estaban restringidas a la prosodia emocional. Los autores resaltan que estos casos (y otros que reportan en su estudio de manera resumida) no encuentran cabida en la hipótesis de lateralización por atributos acústicos ni en la hipótesis de lateralización funcional y llaman la atención hacia la importancia de desarrollar un modelo que integre las contribuciones subcorticales a la prosodia.

## 5. DISCUSIÓN

El trabajo realizado en el área tiene distintas limitaciones. Es importante considerarlas para poder entender el significado de los estudios en conjunto. La primera, particularmente relevante y no necesariamente aparente a primera vista, es el contraste entre metodologías de análisis de lesiones y de imagenología cerebral.

En el caso de las metodologías de imagenología, se observan las áreas que contribuyen a un proceso, por lo que en las descripciones de patrones de activación cerebral pueden incluirse áreas con funciones relacionadas que están participando en el momento de la tarea, pero que no necesariamente nos revelan información fundamental al respecto del proceso. Por ejemplo, en cualquier tarea que involucre estímulos visuales (*e. g.* reconocimiento de rostros, categorización de figuras geométricas, etc.), es de esperarse activación en la zona primaria visual, que responde ante estimulación visual de manera general, pero que no necesariamente nos dice algo sobre el proceso de interés. En el caso de la prosodia y cualquier estudio que involucre estímulos auditivos, algunas áreas del cerebro participan necesariamente. La solución suele darse en términos de condiciones de contraste: en estudios de imagenología se suele comparar la actividad cerebral al realizar una tarea (por ejemplo, percepción de prosodia emocional) frente a una tarea de contraste que idealmente incluye todos los componentes de la tarea de interés, excepto específicamente aquel en el que se está interesado, de modo que las áreas activas en la tarea de interés, pero no en la tarea de contraste, deberían representar las áreas cerebrales asociadas al proceso de interés. En la práctica no siempre es posible asegurar que la tarea de interés y de contraste cumplan con estas características, o existe lugar a discusión acerca de cuál es la mejor tarea de comparación. En resumen, los resultados pueden variar dependiendo de la tarea de contraste empleada.

Las metodologías de análisis de lesiones, en cambio, muestran aquellas áreas críticas para una función, ya que al estar lesionadas se observan déficits en las tareas. Los resultados de este tipo de estudios, sin embargo, a veces pueden resultar

en confusiones. Algunas variables que influyen en estos estudios y son difícilmente controladas (normalmente solo por métodos estadísticos y clínicos) son el tamaño y localización exacta de la lesión, el tiempo desde la lesión, la edad, el sexo, entre otras. Efectivamente, en estudios de lesiones no es posible controlar experimentalmente la localización y tamaño de la lesión, por consideraciones éticas. Al provenir los datos de lesiones naturales producidas por diversas causas y con particularidades por cada caso, generalmente las conclusiones se suelen obtener de manera lenta, observando las áreas lesionadas en diferentes casos clínicos y tratando de hacer sentido y detectar regularidades al ir recolectando más evidencia.

El resultado final es que las características de ambas metodologías llevan a algunas incongruencias en los resultados (Ross & Monnot, 2008). Observar patrones generales en distintos estudios (de ambos tipos) permite entender mejor el proceso y la organización cerebral asociada al fenómeno de interés. Por ello, en este trabajo se ha preferido presentar una serie de estudios que permiten brindar un panorama general en lugar de una revisión exhaustiva de todos los trabajos producidos en un intervalo de tiempo dado, ya que esto podría llevar a una consideración y discusión muy específica de detalles metodológicos y particularidades experimentales o de casos clínicos que podrían oscurecer los patrones de interés.

En cuanto a la investigación en prosodia emocional, se observa, en general, una tendencia a usar estímulos que reflejan emociones específicas (por ejemplo, alegría, tristeza, enojo, miedo y asco), y a la evaluación de las respuestas cerebrales asociadas. Esta tendencia podría considerarse como una limitación en el campo, por ejemplo, por no emplear una mayor variedad de emociones si se toma en cuenta que en la vida diaria se expresan también emociones más complejas o expresiones que representan mezclas de emociones. Sin embargo, es importante considerar que el uso de este tipo particular de estímulos es entendible dado que el cuerpo de investigación ha sido influido por modelos que proponen un conjunto de emociones básicas y universales (Pell, 2002; Levenson, 2011). De hecho, esta influencia no se restringe a la perspectiva neurobiológica para el estudio de la prosodia (*e. g.* Juslin & Laukka, 2003; Luengo, Navas, Hernández & Sánchez, 2005; Bryant & Barret, 2008; Russ, Gur & Bilker, 2008; Pell *et al.*, 2009). El marco teórico de emociones básicas ha tenido gran desarrollo e influencia en el campo de la psicología y en disciplinas con las que mantiene contacto constante, como la neurobiología. Continúa siendo, sin embargo, un área de oportunidad para investigaciones futuras.

En cuanto a la relación y relevancia de estos hallazgos con el campo de la lingüística, es un tema difícil de aclarar. Se aprecia que las distinciones conceptuales empleadas en la investigación revisada no corresponden del todo e incluso pueden oponerse a las distinciones empleadas en la lingüística. Aunque el patrón de hallazgos sugiere una organización cerebral distinta para la “prosodia emocional” y la “prosodia lingüística”, no queda claro si se puede hacer una correspondencia de estas categorías con otras empleadas en la lingüística como disciplina.

Quizá la correspondencia más sencilla, aunque imperfecta, sería relacionar a la prosodia emocional con los actos de habla expresivos. Aunque estos últimos no están definidos exclusivamente en términos prosódicos y no implican necesariamente emociones genuinas. El caso de la prosodia lingüística es más complicado. En los trabajos descritos se han incluido en esta categoría tanto distinciones entre frases declarativas e interrogativas, como contrastes léxicos basados en variaciones prosódicas. Se ha tendido a dejar de lado otros contrastes importantes, como la focalización. La colaboración interdisciplinaria podría ayudar a comprender mejor la forma en la que la prosodia es procesada en el cerebro: el uso de categorías lingüísticas más específicas podría llevar a entender de una manera más puntual qué áreas cerebrales están implicadas en cada tipo de distinción, en lugar de asumir *a priori* que diferentes tipos de distinciones prosódicas deben ser procesadas por las mismas áreas cerebrales; de manera implícita, esta es una noción presente en varios de los estudios al intentar analizar las diferencias de organización cerebral de la prosodia emocional y lingüística empleando solo un tipo de distinción lingüística. A su vez, los hallazgos actuales y futuros sobre la organización de la prosodia en el cerebro podrían constituir una fuente de datos e ideas para el desarrollo de las teorías en lingüística: por ejemplo, el hallazgo de un área de procesamiento común para dos distinciones que pertenecen a distintas categorías lingüísticas podría llevar a repensar su estatus y a proponer un marco que las asuma en la misma categoría. Cabe destacar que recientemente se han hecho estudios y se ha enfatizado la importancia de variables no acústicas en la percepción de la prosodia. Específicamente, se ha puesto de relieve que los gestos faciales y manuales contribuyen a dicha percepción (Guellai, Langus & Nespor, 2014; Prieto, Pugliesi, Borràs-Comes, Arroyo & Blat, 2015). Este tipo de variables rara vez ha sido analizado con relación a la prosodia en términos de procesamiento cerebral, salvo en el contexto de lenguajes de señas (*e. g.* Dachkovsky & Sandler, 2009;

Newman, Supalla, Hauser, Newport & Bavelier, 2010), y representa un área de oportunidad para la investigación.

Un trabajo como el presente necesariamente está limitado ya que no es posible revisar exhaustivamente la investigación en términos metodológicos –incluyendo las diferentes metodologías que se emplean– y las sutilezas conceptuales en un espacio tan breve. Asimismo, se ha excluido una discusión sobre otros tipos de información que se conoce que pueden ser percibidos por medios prosódicos. Por ejemplo, la información *indéxica* se ha relacionado con características personales, como edad, sexo, origen geográfico, entre otras, y no cabe perfectamente ni en la categoría emocional ni en la lingüística (Van Lancker *et al.*, 2006). Aunque algunos autores han tomado en cuenta este tipo de información y han propuesto sistemas de clasificación prosódica distintos, no son perspectivas dominantes y su revisión extensa está fuera de los objetivos de este trabajo (véase Van Lancker *et al.*, 2006, y Wilson & Wharton, 2006).

También es necesario mencionar que la mayoría de los estudios sobre la organización cerebral de procesos cognitivos no se da de manera aislada, su diseño mismo se basa en algunos presupuestos y en la descripción conceptual de aquello que se va a estudiar. Dicho de otra manera, hacer un estudio de comparación del proceso cerebral asociado a la prosodia lingüística y prosodia emocional requiere necesariamente la conceptualización previa de qué es cada uno de estos tipos de prosodia. Ya que hemos visto que variaciones sutiles en las tareas y el diseño experimental pueden llevar al hallazgo de patrones de activación distintos –*e. g.* la influencia de la manipulación de atención en el trabajo de Gandour y colaboradores (2003), manteniendo los estímulos iguales–, es importante tener presente esto al interpretar los resultados de los experimentos. Asimismo, es importante notar que no es posible descartar la participación e interacción de otros procesos psicológicos en el procesamiento de la prosodia, ya que variables como la atención y el aprendizaje pueden afectarlo.

Con todo, los patrones observables a lo largo del tiempo y la convergencia entre estudios con diferente metodología permiten ir aclarando poco a poco el panorama. Finalmente, cabe resaltar que algunas perspectivas se oponen a una organización cerebral distinta para ambos tipos de prosodia, argumentándolo incluso desde una base conceptual (Snow, 2000; Seddoh, 2002).

Teniendo esto en consideración es posible resaltar los siguientes puntos a modo de conclusión:

- 1) Se puede observar que la organización cerebral de la prosodia lingüística y emocional difiere, pero que la organización de ambos tipos de prosodia está, al menos en parte, sobrepuesta (Wildgruber *et al.*, 2006).
- 2) La prosodia emocional y la prosodia lingüística están fuertemente relacionadas con el hemisferio derecho, aunque la organización de la prosodia lingüística tiene una distribución más amplia y también está asociada al hemisferio izquierdo.
- 3) Existe mayor consenso sobre la organización cerebral de la prosodia emocional que sobre la organización de la prosodia lingüística (Lakshminarayanan *et al.*, 2003).
- 4) Las estructuras subcorticales también son importantes en el procesamiento de la prosodia, pero no han sido relacionadas exclusivamente con la prosodia emocional o lingüística (Klouda *et al.*, 1988; Van Lancker *et al.*, 2006; Rymarczyk & Grabowska 2007).

## 6. REFERENCIAS

- ARCIULI, J. & L. M. SŁOWIACZEK (2007). The where and when of linguistic word-level prosody. *Neuropsychologia*, 45 (11): 2638–2642.
- BREITENSTEIN, C., D. VAN LANCKER, I. DAUM & CH. WATERS (2001). Impaired perception of vocal emotions in Parkinson's disease: Influence of speech time processing and executive functioning. *Brain and Cognition*, 45 (2): 277–314.
- BRYANT, G. A. & H. C. BARRET (2008). Vocal emotion recognition across disparate cultures. *Journal of Cognition and Culture*, 8: 135–148.
- BUCHANAN, T. W., K. LUTZ, S. MIRZAZADE, K. SPECHT, N. J. SHAH, K. ZILLES & L. JÄNCKE (2000). Recognition of emotional prosody and verbal components of spoken language: An fMRI study. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 9 (1): 227–238. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0926-6410\(99\)00060-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0926-6410(99)00060-9)>
- CABALLERO MENESES, J. A. (2011). *Contribuciones biológicas, psicofisiológicas y culturales a la prosodia del lenguaje*. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, 2011).
- CAFFI, C. & R. W. JANNEY (1994). Toward a pragmatics of emotive communication. *Journal of Pragmatics*, 22 (3-4): 325–373.
- CARLSON, N. R. (2006). Comunicación humana. En N. R. Carlson, *Fisiología de la conducta* (pp. 531–569). Madrid: Pearson Educación.



- CHRISTIANSEN, J. A. (1999). Relevance in the language production of aphasic patients. *Revista Española de Neuropsicología*, 2 (1-2): 3–28.
- CID URIBE, M. E. & L. MALUENDA PARRAGUEZ (2005). El alargamiento segmental en el habla pública de Chile: comportamiento prosódico-discursivo. *Onomázein. Revista de Lingüística y Traducción*, 1 (11): 43–55.
- DACHKOVSKY, S. & W. SANDLER (2009). Visual intonation in the prosody of a sign language. *Language and Speech*, 52 (2-3): 287–314.
- DROMEY, C., J. SILVEIRA & P. SANDOR (2005). Recognition of affective prosody by speakers of English as a first or foreign language. *Speech Communication*, 47 (39): 351–359.
- FONSECA, R. P., G. P. WAGNER, J. RINALDI & M. A. PARENTE (2007). O envelhecimento influencia as habilidades pragmáticas, léxico-semânticas e prosódicas do hemisfério direito? *Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento*, 12: 53–97.
- GANDOUR, J., D. WONG, M. DZEMIDZIC, M. LOWE, Y. TONG & X. LI (2003). A cross-linguistic fMRI study of perception of intonation and emotion in Chinese. *Human Brain Mapping*, 18 (3): 149–157.
- GANDOUR, J., Y. TONG, D. WONG, T. TALAVAGE, M. DZEMIDZIC, Y. XU, X. LI & M. LOWE (2004). Hemispheric roles in the perception of speech prosody. *Neuroimage*, 23 (1): 344–357.
- GRANDJEAN, D. & K. R. SCHERER (2006). Examining the neural mechanisms involved in the affective and pragmatic coding of prosody. *Proceeding of Speech Prosody-2006* (paper 268). Dresden, Alemania. [Versión electrónica. Consulta: 21 de junio de 2011 en <<http://www.isca-speech.org/archive/>>]
- GUELLAÏ, B., A. LANGUS & M. NESPOR (2014). Prosody in the hands of the speaker. *Frontiers in Psychology*, 5 (5): 1–8. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00700
- GUSSENHOVEN, C. (2002). Intonation and interpretation: Phonetics and phonology. En B. Bel & I. Marlien (eds.), *Proceedings of Speech Prosody 2002* (pp. 47–57). Aix-en-Provence: Centre national de la recherche scientifique (CNRS). [Versión electrónica. Consulta: 20 de abril de 2011 en <<http://sprogis.isle.illinois.edu/sp2002/pdf/gussenhoven.pdf>>]
- JOANETTE, Y., A. I. ANSALDO, K. KAHLAOU, H. COTÉ, V. ABUSAMRA, A. FERRES & A. ROCH LE-COURS (2008). Impacto de las lesiones del hemisferio derecho sobre las habilidades lingüísticas: perspectivas teórica y clínica. *Revista de Neurología*, 46 (8): 481–488.
- JUSLIN, P. N. & P. LAUKKA (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code? *Psychological Bulletin*, 129 (5): 770–814. doi: 10.1037/0033-2909.129.5.770
- KEMMERER, D. (2015). *Cognitive neuroscience of language*. Nueva York: Psychology Press.
- KLOUDA, G. V., D. A. ROBIN, N. R. GRAFF-RADFORD & W. E. COOPER (1988). The role of callosal connections in speech prosody. *Brain and Language*, 35: 154–171.

- LAKSHMINARAYANAN, K., K. B. D. SHALOM, V. VAN WOSSENHOVE & D. ORBELO, J. (2003). The effect of spectral manipulations on the identification of affective and linguistic prosody. *Brain and Language*, 84 (2): 250–263.
- LEVENSON, R. (2011). Basic emotion questions. *Emotion Review*, 3 (4): 1–8. doi: 10.1177/1754073911410743
- LUENGO, I., E. NAVAS, I. HERNÁNDEZ & J. SÁNCHEZ (2005). Reconocimiento automático de emociones utilizando parámetros prosódicos. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 35: 13–20.
- MCRROBERTS, G., W. STUDDERT-KENNEDY & D. P. SHANKWEILER (1995). The role of fundamental frequency in signaling linguistic stress and affect: Evidence for a dissociation. *Perception & Psychophysics*, 57 (2): 159–174.
- MILDNER, V. (2004). Hemispheric asymmetry for linguistic prosody: A study of stress perception in Croatian. *Brain and Cognition*, 55 (2): 358–361.
- NEWMAN, A. J., T. SUPALLA, P. C. HAUSER, E. L. NEWPORT & D. BAVELIER (2010). Prosodic and narrative processing in American Sign Language: An fMRI study. *NeuroImage*, 52 (2): 669–676.
- OHALA, J. (1984). An ethological perspective on common cross-language utilization of F0 of voice. *Phonetica*, (41): 1–16.
- OHALA, J. (1994). The frequency code underlies the sound-symbolic use of voice pitch. En J. Hinton, J. Nichols & J. Ohala (eds.), *Sound symbolism* (pp. 325–347). Cambridge: Cambridge University Press.
- PARADIS, M. (1998). The other side of language: Pragmatic competence. *Journal of Neurolinguistics*, 11 (1-2), 1–10.
- PELL, M. D. (1999a). Fundamental frequency encoding of linguistic and emotional prosody by right hemisphere-damaged speakers. *Brain and Language*, (69): 161–192.
- PELL, M. D. (1999b). The temporal organization of affective and non-affective speech in patients with right-hemisphere infarcts. *Cortex*, 35 (4): 455–477.
- PELL, M. (2002). Surveying emotional prosody in the brain. En B. Bel & I. Marlien (eds.), *Proceedings of the Speech Prosody 2002 Conference* (pp. 77–82). Aix-en-Provence: Centre national de la recherche scientifique (CNRS).
- PELL, M. (2006). Judging emotion and attitudes from prosody following brain damage. *Progress in Brain Research*, (156): 303–317.
- PELL, M. D. & V. SKORUP (2008). Implicit processing of emotional prosody in a foreign versus native language. *Speech Communication*, 50 (6): 519–530.
- PELL, M. D., S. PAULMANN, C. DARA, A. ALASSERI & S. A. KOTZ (2009). Factors in the recognition of vocally expressed emotions: A comparison of four languages. *Journal of Phonetics*, 37: 417–435.

- PÉRON, J., D. GRANDJEAN, F. LE JEUNE, P. SAULEAU, C. HAEGELEN, D. DRAPIER, T. ROUAUD, S. DRAPIER & M. VÉRIN (2010). Recognition of emotional prosody is altered after subthalamic nucleus deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 48 (4): 1053–1062. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.12.003
- PIHAN, H., M. TABERT, S. ASSURAS & J. BOROD (2008). Unattended emotional intonations modulate linguistic prosody processing. *Brain and Language*, (105): 141–147.
- PRIETO, P., C. PUGLESI, J. BORRÀS-COMES, E. ARROYO & J. BLAT (2015). Exploring the contribution of prosody and gesture to the perception of focus using an animated agent. *Journal of Phonetics*, (49): 41–54.
- ROSENBEK, J. C., A. D. RODRIGUEZ, B. HIEBER, S. A. LEON, G. P. CRUCIAN, T. U. KETTERSON, M. CIAMPITTI, F. SINGLETARY, K. M. HEILMAN & L. J. GONZÁLEZ ROTH (2006). Effects of two treatments for aprosodia secondary to acquired brain injury. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 43 (3): 379–390.
- ROSS, E. & M. MONNOT (2008). Neurology of affective prosody and its functional-anatomic organization in right hemisphere. *Brain and Language*, 104 (1): 51–74.
- RUSS, J. B., R. C. GUR & W. B. BILKER (2008). Validation of affective and neutral sentence content for prosodic testing. *Behavior Research Methods*, 40 (4): 935–939. doi: 10.3758/BRM.40.4.935
- RYMARCZYK, K. & A. GRABOWSKA (2007). Sex differences in brain control of prosody. *Neuropsychologia*, 45 (5): 921–930. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.08.021
- SAUTER, D. A., F. EISNER, P. EKMAN & S. K. SCOTT (2010). Cross-cultural recognition of basic emotions through nonverbal emotional vocalizations. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 107 (6): 2408–2412.
- SCHERER, K. R. (2003). Vocal communication of emotion: A review of research paradigms. *Speech Communication*, 40 (1-2): 227–256.
- SCHERER, K. R. & T. BÄNZIGER (2004). Emotional expression in prosody: A review and an agenda for future research. *SP-2004* (pp. 359–366). Nara, Japón. [Versión electrónica. Consulta: 9 de febrero de 2011 en <<http://sprogis.isle.illinois.edu/sp2004/PDF/Scherer-Baenziger.pdf>>]
- SEDDOH, A. S. (2002). How discrete or independent are “affective prosody” and “linguistic prosody”? *Aphasiology*, 16 (7): 683–692. doi: 10.1080/02687030143000861
- SHAH, A. P., S. R. BAUM & V. D. DWIVEDI (2006). Neural substrates of linguistic prosody: Evidence from syntactic disambiguation in the productions of brain damaged patients. *Brain and Language*, 96 (1): 78–89. doi: 10.1016/j.bandl.2005.04.005
- SIDTIS, J. J. & D. VAN LANCKER SIDTIS (2003). A neurobehavioral approach to dysprosody. *Seminars in Speech and Language*, 24 (2): 93–105.
- SNOW, D. (2000). The emotional basis of linguistic and nonlinguistic intonation: Implications for hemisphere specialization. *Developmental Neuropsychology*, 17 (1): 1–28.

- SZYMANOWSKI, F., F. SZYMANOWSKI, S. A. KOTZ, C. SCHRÖDER, M. ROTTE & R. DENGLER (2007). Gender differences in processing emotional prosody. *Clinical Neuropsychology*, 118 (4): e102–e103.
- THOMPSON, W. F. & L. L. BALKWILL (2006). Decoding speech prosody in five languages. *Semiotica*, 158: 407–424.
- THÖNNESSEN, H., F. BOERS, J. DAMMERS, Y.-H. CHEN, C. NORRA & K. MATHIAK (2010). Early sensory encoding of affective prosody: Neuromagnetic tomography of emotional category changes. *NeuroImage*, 50 (1): 250–259. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.11.082
- VAN LANCKER, D., N. PACHANA, J. L. CUMMINGS & J. J. SIDTIS (2006). Dysprosodic speech following basal ganglia insult: Toward a conceptual framework for the study of the cerebral representation of prosody. *Brain and Language*, 97 (2): 135–153. doi: 10.1016/j.bandl.2005.09.001
- WILDGRUBER, D., H. ACKERMANN, B. KREIFELTS & T. ETHOFER (2006). Cerebral processing of linguistic and emotional prosody: fMRI Studies. *Progress in Brain Research*, 156: 249–268.
- WILDGRUBER, D., A. RIECKER, I. HERTRICH, M. ERB, W. GRODD, T. ETHOFER & H. ACKERMANN (2005). Identification of emotional intonation evaluated by fMRI. *NeuroImage*, 24 (4): 1233–1241.
- WILSON, D. & T. WHARTON (2006). Relevance and prosody. *Journal of Pragmatics*, 38 (10): 1559–1579. Número especial: Prosody and Pragmatics. doi: 10.1016/j.pragma.2005.04.012