

## Entre gesto y palabra: contribuciones de la neurolingüística al principio de paridad

### Between gesture and word: contributions of neurolinguistics to the parity requirement

Miguel Jiménez-Bravo Bonilla

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

[miguel.jimenez.bravo@gmail.com](mailto:miguel.jimenez.bravo@gmail.com)

**Resumen:** Este trabajo analiza los principales argumentos del debate en torno a la evolución del canal de comunicación -vocal o gestual-, en el que no existe consenso entre las actuales hipótesis. Tras el descubrimiento de las neuronas espejo y sus implicaciones neurolingüísticas, han aparecido nuevos argumentos que respaldan una hipótesis gestual. La imitación y el aprendizaje cultural han pasado entonces a verse bajo una nueva luz a fin de comprender mejor la comunicación humana. Estos hallazgos han provocado que el principio de paridad, formulado en los años setenta por Liberman, haya vuelto a ser considerado como un elemento indispensable, puesto que el lenguaje es visto no como un sistema de producción de sonidos, sino como un sistema de producción de gestos articulatorios.

**Palabras clave:** neurolingüística, comunicación gestual, evolución del lenguaje, neuronas espejo, área de Broca, imitación, teoría motora de la percepción del habla, principio de paridad.

**Abstract:** This paper analyzes the main arguments of the debate about the evolution of the communication channel, either vocal or gestural, which lacks consensus among current hypothesis. The discovery of the mirror neurons has prompted new arguments supporting a gestural origin of language. Imitation and cultural transmission have become to be seen under a new perspective for a better understanding of human communication. These discoveries have led to a review of the parity requirement, stated in the seventies by Liberman, which has been currently considered as an essential aspect of language, since speech is regarded, not as a system for producing sounds, but rather as one for producing mouth articulatory gestures.

**Keywords:** neurolinguistics, gestural communication, language evolution, mirror neurons, Broca's area, imitation, motor theory of speech perception, parity requirement.

## 1. Introducción

La paradoja de la continuidad, es decir, la dificultad de identificar un contexto evolutivo para el desarrollo del lenguaje a partir de lo que sabemos de la comunicación de los primates, ha llevado a estudiar otras especies animales para entender su sistema de comunicación y tratar de establecer los paralelismos y las diferencias que éstos presentan con respecto al lenguaje. Puesto que los primates son la especie más próxima a la nuestra, tradicionalmente se ha supuesto que nuestro lenguaje debe de guardar más cercanía con su sistema de comunicación que con el de otras especies como las abejas o los pájaros cantores, siendo posible también encontrar vocalizaciones en diferentes especies de mamíferos como los delfines, los perros o los ratones.

Sin embargo, a pesar de la gran aportación hecha por los estudios realizados con otras especies durante las últimas décadas, la cuestión del origen evolutivo del lenguaje se ha centrado en determinar si éste procede de las vocalizaciones de los primates o de su comunicación gestual.

El presente artículo pretende hacer una revisión de los argumentos que, desde distintas disciplinas, han contribuido a enriquecer este debate. Éstos serán analizados en cuatro secciones en el apartado dos. A continuación, se pondrá el acento en la última de estas secciones, correspondiente al hallazgo de las neuronas espejo, para valorar de qué manera los descubrimientos más recientes en neurobiología y neurolingüística están dando un giro al debate y nos están permitiendo comprender mejor el papel que pudo desempeñar la gestualidad en la aparición y el desarrollo del lenguaje.

## 2. El canal de comunicación: ¿vocal o gestual?

Dado que el lenguaje es un sistema de comunicación oral, la actitud predominante entre los investigadores ha sido la de fijarse en los chillidos vocales de los primates. Esto se ha debido, en parte, a la escasez de estudios sobre la comunicación no vocal de estos animales, puesto que existe una limitación en las técnicas para explorar otros canales de comunicación tales como el olfativo, el táctil o el gestual. Hasta hace relativamente poco tiempo, los gestos de los primates apenas habían sido considerados como un elemento a tener en cuenta dentro de su sistema de comunicación, aunque que ya en el s. XVIII Condillac (1746) sugirió un origen gestual del lenguaje que ha sido periódicamente defendido por otros investigadores (Wallace, 1895; Wundt, 1912; Paget, 1944). Posteriormente, Hewes (1973), basándose en estudios contemporáneos sobre los gestos de los primates, reformuló la hipótesis gestual del lenguaje, lo que supuso un punto de partida para otros investigadores (Kimura, 1993; Armstrong, 1995; Stokoe, 2001; Corballis, 2002; Arbib, 2005). Finalmente, dos circunstancias más han hecho que se contemple la gestualidad desde su importancia evolutiva: por un lado, la gran cantidad de estudios que numerosos primatólogos han dedicado en la última década a los gestos de distintas especies de primates (Pika *et al.*, 2003; Arbib *et al.*, 2008); y por otro, el descubrimiento de las neuronas espejo, el cual ha dado un respaldo a la teoría gestual y ha provocado que buena parte del debate científico gire en torno al canal de comunicación a partir del cual podría haberse desarrollado el lenguaje: vocal o gestual.

Hoy existen cada vez menos dudas de la estrecha relación que existe entre gesto y palabra. Sin embargo, el extenso debate al que estamos asistiendo ha visto cómo se han polarizado argumentos desde uno u otro lado, olvidando que los puntos en común suelen ser siempre terreno más fértil. En este debate podemos identificar cuatro ámbitos: 1) ventajas de uno y otro, e importancia de las condiciones sociales para el canal de comunicación; 2) relación entre vocalizaciones y gestos a partir del len-

guaje de signos y el balbuceo de los bebés; 3) datos interpretados a partir del registro fósil; 4) y resultados experimentales en neurobiología y neurolingüística.

## 2.1. Ventajas y desventajas del gesto y de la palabra

Una de las principales ventajas atribuidas al gesto frente a la vocalización ha sido la de su utilización para señalar objetos de manera directa y clara. En la señalización se ha visto el principio capaz de explicar el origen de la comunicación referencial, uno de los elementos esenciales del lenguaje. La referencia no verbal es la capacidad del que señala, tanto para dirigir la atención del observador, como para manipular la dirección de su mirada mediante gestos manuales deícticos e icónicos.

Para Tomasello (2003), la utilización intencional de gestos por los primates con el objetivo de influir en el comportamiento de otro miembro del grupo constituye la clave para entender el origen del lenguaje. Sin embargo, existe cierta discrepancia respecto al uso de la señalización llevado a cabo por los primates. Por un lado, Povinelli y Davis (1994) no consideran que los primates señalen con sentido referencial porque, según ellos, no alcanzan a comprender la influencia del gesto en el comportamiento del observador; sin embargo Tomasello y Call (1997) y Tomasello (2003), por su parte, disienten de esta afirmación y afirman que sí lo hacen. Generalmente se considera que no es una acción corriente entre primates en sus hábitats naturales (Povinelli *et al.*, 2000), ya que se ha observado con más frecuencia en individuos en cautividad (Leavens *et al.*, 1996), especialmente durante las interacciones con seres humanos, aunque también en interacciones con otros primates (Veà y Sabater-Pi, 1998). En cualquier caso, la señalización no se produce mediante el dedo índice, excepto en aquellos animales entrenados para ello, sino mediante la mano entera o las dos manos.

Además de esto, las expresiones faciales de los primates, hasta hace poco, no habían sido consideradas parte fundamental de su sistema de comunicación –junto a las vocalizaciones y los gestos– y por tanto capaces de transmitir una gran cantidad de información sobre las emociones, motivaciones e intenciones de los sujetos (Parr *et al.*, 2002). Con ello se ha subrayado la importancia que éstas tienen en la cohesión social del grupo. Este aspecto social, sin embargo, es también defendido desde el argumento a favor de las vocalizaciones, criticando que los gestos y las expresiones faciales cuentan con la desventaja de que sólo pueden realizar su función en una línea continua de visibilidad, en distancias cortas y con buena luz (Dunbar, 1996; Hurford, 2007).

Por otro lado, desde el punto de vista social, se ha puesto de manifiesto que la complejidad estructural de las vocalizaciones de los primates tiende a incrementarse a medida que aumenta el tamaño del grupo (Dunbar, 1996; McComb y Semple, 2005), y se ha demostrado que existe una proporcionalidad similar, tanto con respecto al tamaño del neocórtex, como con respecto al tiempo que los individuos de un grupo de primates dedican al acicalamiento mutuo (Dunbar, 1996). De las cuarenta y dos

especies estudiadas, aquella con un mayor número de individuos por grupo, ciento veinticinco, y un repertorio de vocalizaciones más variado, treinta y ocho llamadas, ha resultado ser la del bonobo (*Pan paniscus*) (Bermejo y Omedes, 1999). Estos resultados, en la línea de investigación de Dunbar, hacen pensar que los antepasados prelingüísticos de los seres humanos probablemente tuviesen un rico repertorio de vocalizaciones y viviesen en grupos relativamente grandes. En este sentido el surgimiento del lenguaje permitiría mantener los vínculos sociales en grupos cada vez mayores en los que el acicalamiento mutuo no sería posible.

Frente a la ventaja de los gestos para explicar el origen de la comunicación referencial, se ha argumentado a favor de las vocalizaciones. Para Hurford (2007): a) las vocalizaciones de los primates se asemejan a un vocabulario mínimo en el hecho de que cada uno corresponde a una función social, aunque aparentemente sin posibilidad aún de analizarlos como constituyentes menores ni reutilizables, frente a las sílabas del lenguaje humano que sí pueden ser analizadas como consonantes y vocales; b) a medida que el número de vocalizaciones aumenta, también lo hace la memoria necesaria para recordarlas, por lo que resulta más ventajoso componer los chillidos a partir de un inventario más reducido de subunidades; c) es posible que el repertorio de los bonobos de treinta y ocho vocalizaciones esté cerca del límite más allá del cual resulte más productivo un sistema combinatorio que permita generar más mensajes.

Lo defendido por Hurford está más en relación con cuál pudo ser el origen de la sintaxis y de la comunicación referencial, lo que constituye un debate aparte con diversas propuestas, algunas de las cuales, como se ve, están estrechamente relacionadas con la cuestión de cuál fue el canal de comunicación originario. A favor de las vocalizaciones, algunos han apuntado a la estructura de la sílaba como responsable del origen de la sintaxis (MacNeilage, 1998; Carstairs-McCarthy, 1999). Otros han propuesto que la sintaxis sería el resultado de una serie gestos icónicos y discretos capaces de vincular progresivamente un significado con su referente, ya que en primates y humanos el gesto es un modo natural e intuitivo de expresar el pensamiento (Knight, 2000; Corballis, 2003). Finalmente, Arbib (2005) también ha señalado que la sintaxis podría haber surgido como una lenta transición de un repertorio de gestos hacia vocalizaciones, dando así un conjunto de holofrases, es decir, de emisiones lingüísticas similares a las palabras, pero con un contenido semántico cercano al de frases u oraciones, a partir de las cuales habría surgido la sintaxis.

## 2.2. El estudio del lenguaje de signos y del balbuceo de los bebés

Parte del argumento que defiende la comunicación gestual como origen de la sintaxis se basa en el estudio de las actuales lenguas de signos, especialmente aquellas inventadas por personas sordas. El trabajo de Neidle (Neidle *et al.*, 2000) demostró que las lenguas de signos poseen en esencia las mismas propiedades lingüísticas que las lenguas articuladas, incluyendo por supuesto una sintaxis compleja. Los niños sordos expuestos al lenguaje de signos pasan por las mismas etapas de aprendizaje que los demás niños, alcanzando cada etapa incluso algún tiempo antes (Meier

y Newport, 1990). Se ha comprobado, además, que éstos enriquecen con signos propios la sintaxis de aquellas lenguas de signos no completamente desarrolladas (Senghas y Coppola, 2001). Por otro lado, hay evidencia de que el procesamiento del lenguaje de signos también está lateralizado en el hemisferio izquierdo del cerebro en la mayor parte de los individuos y es controlado por las áreas de Broca y Wernicke, igual que ocurre con el habla (Neville *et al.*, 1997).

MacNeilage (1998), sin embargo, considera que el canal de comunicación empleado condiciona de manera esencial la naturaleza del lenguaje, de manera que las posibilidades de cada uno condicionan su desarrollo evolutivo. Para él, la comparación entre la gestualidad en sentido evolutivo y el lenguaje de signos carece de fundamento en el debate sobre el origen del lenguaje, ya que en el canal gestual la sintaxis se codifica en el espacio –donde es posible que dos signos se den de manera simultánea– frente a la codificación en el tiempo del habla, la cual determina el orden de palabras y por tanto la estructura de la frase. Según él, además, el lenguaje de signos carece de dos elementos esenciales: por un lado, la estructura de la sílaba, mencionada anteriormente, cuya base evolutiva estaría en los movimientos de la mandíbula al comer –los movimientos de cerrar y abrir la boca serían el origen de consonantes y vocales, respectivamente–; y por otro, el ritmo implícito de esta actividad oral, ausente en el lenguaje de signos, sería la clave para él de la vocalización, junto a otros elementos de la prosodia como la entonación y el énfasis.

Este último argumento de MacNeilage ha sido criticado en varias ocasiones. En una de ellas se han aportado además los resultados sobre la adquisición del lenguaje en bebés. Pettito y sus colaboradores (Pettito *et al.*, 2004), en uno de sus estudios comparativos, han comprobado que bebés de seis, diez y doce meses expuestos únicamente al lenguaje de signos presentan una cadencia en el movimiento de las manos similar al ritmo de los signos utilizados por sus cuidadores. Por el contrario, otro grupo de bebés expuestos al lenguaje verbal no mostraba esta cadencia.

Distintos autores, en estudios realizados con bebés, han venido señalando la importancia de los movimientos de las manos en el momento en que niños de muy corta edad emiten vocalizaciones para desarrollar un mayor control en las producción de sonidos: entre los seis y ocho meses, la aparición del balbuceo reduplicado, es decir, la repetición constante de sílabas, parece deberse, parcialmente, al incremento del ritmo en los movimientos de la mano que se observa justo en ese momento del desarrollo (Iverson y Thelen, 1999). Los análisis acústicos realizados para estudiar la producción de sonidos de recién nacidos a los que se limitó el movimiento rítmico de las manos se caracterizaron, entre otras cosas, por tener sílabas más cortas, similares al tipo de sonidos de la etapa que precede al balbuceo, y por tanto con una estructura silábica diferente (Ejiri y Masataka, 2001). Además de esto, se ha demostrado que las primeras vocalizaciones carecen de control voluntario y están relacionadas con el nivel de excitación, mientras que el control de manos y brazos, por el contrario, se desarrolla muy pronto: a los dos o tres meses, el bebé ya es capaz de agarrar un objeto y de acercárselo a la boca para explorarlo (Lew y Butterworth, 1997). Incluso aunque el

niño haya empezado a hablar, la producción de sonidos puede ser deficiente durante bastante tiempo.

Por otro lado, la coordinación de acciones orales y manuales es una acción común entre los muchos movimientos espontáneos de los recién nacidos. Un ejemplo, lo observamos cuando los bebés se acercan la mano a la cara para ponerse los dedos en la boca al mismo tiempo que la abren y la cierran constantemente (Lew y Butterworth, 1997). Este movimiento constituye un tipo de acción coordinada que también se había observado en situaciones comunicativas con bebés de sólo entre nueve y quince semanas (Fogel y Hannan, 1985). Aunque la conexión motora entre boca y manos en recién nacidos resulta evidente en los ejemplos mencionados, cabe añadir la acción refleja puesta de manifiesto por Babkin (1960) en la que la presión en la palma de la mano del recién nacido provoca que éste abra instintivamente la boca.

Todos estos resultados han contribuido a reavivar el debate sobre el origen gestual y el origen vocal del lenguaje. A pesar de que en la tradición de la biología evolutiva el viejo adagio formulado por Haeckel de que la ontogenia recapitula la filogenia hace ya tiempo que ha sido relegado al rincón de los paradigmas pasados, ha habido una revisión de la vieja teoría del recapitulacionismo (Slobin, 2004) y, actualmente, se ha manifestado en bastantes ocasiones que la ontogenia sí puede recapitular la filogenia en el caso del origen del lenguaje (MacNeilage y Davis, 2000; Osa-wa, 2003).

A Darwin, quien consideró un origen musical para el lenguaje, idea que sigue siendo explorada por Fitch (2006), no le pasó desapercibida la relación entre los movimientos precisos y discretos de las manos y los que realiza la lengua (Darwin, 1889). La interpretación hecha por Hewes (1973) a principios de los setenta, donde considera que los movimientos de las manos facilitan los de la lengua, ha servido de base a Waters y Fouts (2002) para analizar la correlación de ambas en los primates. Ambos han aludido a la posibilidad de aunar esfuerzos para combinar, por un lado, estos datos referentes a los movimientos de las manos y la lengua con la teoría del marco/contenido (*frame/content theory*) de MacNeilage (1998), y para ofrecer así una base más completa del origen de la fonación (Fouts y Waters 2003).

### 2.3. Interpretaciones del registro fósil

En cuanto al registro fósil, los restos conservados no ofrecen interpretaciones unívocas. La reconstrucción de la laringe muestra que las adaptaciones necesarias para la aparición del habla parecen poder retrotraerse a *Homo ergaster*, aunque el acortamiento del rostro que presenta *Homo sapiens* haya podido ser la última adaptación biológica de un largo proceso, contribuyendo con ello a aumentar la eficiencia en la producción de sonidos. Junto a este dato, se han subrayado otros varios entre los que se encuentran: a) El alargamiento progresivo de la médula espinal en el registro fósil, no visible aún en *Homo ergaster*, pero sí en *Homo neanderthalensis* (MacLarnon y Hewitt, 1999), lo cual ha sido interpretado como la necesidad de una mayor muscu-

latura en el tórax y el abdomen debido a la respiración durante el habla. b) Las impresiones cerebrales fósiles en las paredes del cráneo de *Homo habilis* que parecen mostrar una asimetría entre los dos hemisferios y permiten analizar la distribución de surcos, circunvoluciones, fisuras y venas meníngeas. *Homo habilis* es el primer homínido que muestra un salto en la asimetría cerebral, especialmente en el área de Broca (Tobias, 1987). En esta especie se observa también una reorganización del lóbulo temporal, donde se encuentra el área de Wernicke. No obstante, por sí mismos estos datos no ayudan a inclinar la balanza hacia ninguno de los dos canales de comunicación.

#### **2.4. Experimentos en neurobiología y neurolingüística**

A pesar de estos datos, el debate ha sido revitalizado al incluirse los datos obtenidos gracias a la neurobiología y la neurolingüística acerca de cómo pudo evolucionar la organización cerebral. Uno de los aspectos más controvertidos, y en el que se apoyan los defensores del origen gestual del lenguaje, es el sustrato neurológico involucrado en uno y otro canal de comunicación.

Se ha apuntado a una falta de control vocal de los primates al emitir chillidos, ya que éstos parecen estar estrechamente ligados a estados emocionales. Ningún primate, a pesar del entrenamiento recibido, ha sido capaz de emitir sonidos rudimentarios para poder comunicarse con sus cuidadores, aunque sí han llegado a dominar un repertorio de gestos (Gardner y Gardner, 1969; Miles, 1990) o un sistema visual de símbolos en un panel al que pueden señalar (Savage-Rumbaugh *et al.*, 1998). Sin embargo, tanto la falta de control vocal de los chillidos de los primates como su vinculación a estados emocionales han sido cuestionados en varias ocasiones (Arcadi, 2003; Leavens, 2003). Basándose en las experiencias descritas por Goodall (1986), nuevos datos sí apuntan a un cierto grado de control vocal dependiendo de la situación comunicativa (Hopkins *et al.*, 2007).

Se ha recurrido al análisis de la base neurológica que subyace a las vocalizaciones tanto de primates como de seres humanos ante la dificultad para cerciorarse del grado de control en las vocalizaciones de los primates, dado el importante papel que desempeñan los estados emocionales según se ha observado en el estudio del comportamiento animal. Se ha demostrado la existencia de dos sistemas cerebrales que producen y controlan estas vocalizaciones (Ploog, 2002). El primero, mucho más antiguo desde un punto de vista filogenético, comprende estructuras límbicas y existe tanto en primates como en seres humanos, además de en otras especies. Si resulta dañado, el sujeto pierde toda capacidad para emitir sonidos. El segundo sistema corresponde al neocórtex y a parte del tracto piramidal y se desarrolló en los antepasados de los actuales primates, aunque hoy posee rasgos diferenciados entre primates y seres humanos. Las lesiones en este segundo sistema, en cambio, no tienen ningún efecto en el comportamiento vocal de los monos, mientras que en seres humanos dificulta el habla hasta hacerla casi imposible. La conclusión es que el último paso en la evolución del sistema de fonación en el cerebro implicó el aumento de conexiones siná-

ticas entre el tracto piramidal y los centros motores que controlan las cuerdas vocales y la lengua. Esto hizo posible el control directo y voluntario de las vocalizaciones.

Los procesos comunicativos implican, no obstante, tanto producción como percepción de mensajes lingüísticos. Frente al distinto origen para las vocalizaciones se ha comprobado que la percepción de sonidos emitidos, concretamente por miembros de la misma especie, es diferente de la percepción de otros tipos de sonido (Fecteau *et al.*, 2004; Gil-da-Costa *et al.*, 2006). En este sentido, la percepción para vocalizaciones de miembros de la misma especie parece ser bastante similar y tener lugar en las mismas regiones cerebrales entre primates y humanos.

En la última década, diferentes estudios han demostrado que las regiones cerebrales homólogas al área de Broca y al área de Wernicke, tradicionalmente asociadas con el lenguaje, también presentan una asimetría similar en el hemisferio izquierdo de los primates (Cantalupo y Hopkins, 2001) y ambas se activan en procesos comunicativos (Tagliabue *et al.*, 2008). Estos estudios corroboran experimentos anteriores y obligan a revisar los resultados para las vocalizaciones de miembros de la misma especie, que las situaban en el hemisferio derecho (Heffner y Heffner, 1990). En este sentido, algo muy similar ocurre con las conexiones neuronales implicadas en la representación de información emocional transmitida entre miembros de la misma especie (Gil-da-Costa *et al.*, 2006). Esto demuestra que, a pesar de la distinta base neuronal para la producción de sonidos, distintos aspectos cognitivos implicados en la comunicación tienen correlación entre ambas especies.

Ambas áreas cerebrales, tanto en primates como en seres humanos, no sólo desempeñan una función clave en la comunicación, sino que están estrechamente relacionadas con la ejecución y representación de acciones motoras. El hallazgo de las neuronas espejo por Rizzolatti y su equipo –las cuales se activan ante los movimientos hechos por otros individuos–, ha puesto de relieve el solapamiento parcial que existe entre los centros cerebrales donde éstas se encuentran y las áreas relacionadas con el procesamiento lingüístico. Para Rizzolatti (1998), el vínculo que subyace a esta conexión se remonta a *Homo habilis*, en quien el aumento del área de Broca y la asimetría cerebral no habrían sido consecuencia de la aparición del lenguaje, sino que habría surgido como consecuencia del desarrollo del sistema de neuronas espejo, concretamente del mecanismo que conecta la observación de una acción y su realización. La hipótesis es que ambas áreas se desarrollaron ante la necesidad de reconocer las acciones de otros homínidos, parcialmente provocada por la rápida adquisición de un mayor repertorio de movimientos. Esto está en consonancia con lo expresado por varios autores (Lieberman, 2001; Corballis, 2003) al considerar, por diferentes razones, el bipedalismo como la preadaptación decisiva para el desarrollo del lenguaje, lo que sin duda habría contribuido a enriquecer el repertorio de acciones motoras a lo largo del proceso evolutivo. La posterior evolución pudo haber llevado a usar el sistema de neuronas espejo para la comunicación intencional, quizás mediante movimientos de brazos y manos, así como del rostro y la boca, hasta llegar finalmente a desarrollar una predominancia de los elementos vocales frente a los gestuales.



No obstante, el grueso de estos estudios ha obligado a reconsiderar los presupuestos de la teoría motora de la percepción del habla (*motor theory of speech perception*), formulada por primera vez en los años cincuenta (Liberman, 1957), donde se proponía que la base de la percepción de la voz humana radica en la identificación de los movimientos implicados en la producción de los sonidos del tracto vocal. Las unidades mínimas del lenguaje, por tanto, no serían los segmentos fonéticos o sus rasgos distintivos, sino los movimientos –o gestos vocales– que los forman. Éstos serían el resultado de la combinación de los seis elementos que permiten la articulación de sonidos: punta, dorso y raíz de la lengua, labios, velo del paladar y laringe.

En consonancia con esto, en experimentos realizados con monos (Jürgens y Zwirner, 2000) en los que hubo estimulación eléctrica del área motora F5, análoga del área de Broca en humanos, se produjeron movimientos de las cuerdas vocales. Para Jürgens (2003) esto constituye una prueba sólida de que el canal de comunicación a partir del que evolucionó el lenguaje debió de implicar tanto elementos vocales, como gestuales. En este sentido, se ha subrayado en varias ocasiones (Kelly, 2003; McNeill *et al.*, 2005) la estrecha conexión que existe entre la gestualidad y el habla, y se ha puesto de relieve que en el lenguaje cotidiano aún nos servimos de manera simultánea, y muchas veces involuntaria, de la expresividad del gesto para transmitir una idea (McNeill *et al.*, 2005).

La relación entre gesto y palabra se ve cada vez más respaldada por estudios neurolingüísticos (Gentilucci *et al.*, 2012) que refuerzan la hipótesis de una misma base neuronal para el control motor de la mano y el brazo por un lado, y de los movimientos de la boca en la pronunciación de sílabas, por otro, con lo que no sería absurdo pensar, como indica Bosman (Bosman *et al.*, 2005), que haya habido una coevolución del gesto y de la palabra.

### **3. Contribuciones de la neurolingüística al principio de paridad**

Mucho se ha escrito sobre la habilidad humana para la imitación. Consideremos por el momento el doble sentido propuesto por Rizzolatti y Craighero (2004): por un lado, imitación como capacidad de un individuo para replicar un acto motor; y, por otro, como capacidad para adquirir un nuevo comportamiento motor mediante la observación, para poder repetirlo después utilizando los movimientos aprendidos. Ambos requieren la capacidad para transformar información sensorial en representación motora.

Los resultados obtenidos en una serie de experimentos llevados a cabo por Nishitani y Hari (2000, 2002) y por Iacoboni y su equipo (Iacoboni *et al.*, 1999, 2001) apuntan a que el mecanismo de espejo contribuye esencialmente a formar una copia de las acciones motoras observadas. Estos estudios parecen confirmar lo señalado por Rizzolatti y Arbib (1998), quienes proponen una hipótesis que entronca con otras teorías anteriores en la que dan mayor protagonismo a la comunicación gestual. La novedad aportada por Rizzolatti y Arbib radica en el mecanismo de espejo: el recono-

cimiento del propósito de una acción ajena provocaría una reacción involuntaria no evitada por el sistema inhibitorio del observador, lo que afectaría a su vez el comportamiento del individuo que realizó la acción en primer lugar. En este proceso se habría desarrollado la capacidad del observador para controlar su propio mecanismo de espejo y emitir así una señal de manera voluntaria, con lo que se establecería una forma de diálogo primitivo. Junto a esto, también habría surgido la capacidad para percibir que el cambio en el comportamiento del otro habría sido provocado por la emisión de una señal. Por tanto, este nuevo uso del mecanismo de espejo marcaría el comienzo de la comunicación intencional basada en gestos manuales y bucofaciales.

Desde este punto de vista, la hipótesis de la evolución del lenguaje basada en esta teoría presenta una ventaja que no posee la teoría a favor del lenguaje articulado. La semántica es inherente a los gestos, es decir, existe un alto grado de iconicidad entre significante y significado, mientras que en el lenguaje articulado, al menos en el actual, esta relación es completamente arbitraria. Esto sugiere que un paso necesario en la evolución del lenguaje debió de consistir en la transición del significado gestual, implícito en el gesto mismo, a la abstracción del significado sonoro.

Los trabajos de Rizzolatti insisten en la necesaria conexión que existe entre los gestos de mano y brazo por un lado, y el lenguaje por otro, siendo necesario que compartan un mismo sustrato neuronal, lo que parece ser confirmado por sucesivos estudios:

1) Experimentos mediante estimulación magnética transcraneal (EMT) han mostrado que la excitabilidad del córtex motor que controla los movimientos de la mano se incrementa durante la lectura y la producción de habla espontánea (Seyal *et al.*, 1999; Meister *et al.*, 2003).

2) A los participantes de otro estudio se les pidió que pronunciasen una sílaba (por ejemplo, GU o GA) a la vez que manipulaban objetos. Se observó que la apertura de la boca era mayor cuando agarraban un objeto más grande (Gentilucci *et al.*, 2001).

3) Este hecho confirma la activación conjunta del córtex motor que controla la mano y de la compleja red cerebral que controla el lenguaje como quedó patente en el estudio llevado a cabo por Meister (Meister *et al.*, 2003).

4) Resultados similares se obtuvieron en otro experimento donde se pedía a los voluntarios que pronunciasen las sílabas BA o GA mientras observaban a otro individuo manipular objetos de diferente tamaño (Gentilucci, 2003).

5) La estrecha conexión entre los músculos de la mano y de la boca ha sido demostrada de nuevo al observar cómo las posturas de la mano condicionaba a los participantes en la acción de agarrar un objeto con la boca (Gentilucci y Campione, 2011).

Explicar cómo los gestos de mano y brazo, y los gestos de boca y laringe han llegado a estar tan relacionados, y especular sobre su posible evolución es la tarea que tenemos ante nosotros. Los resultados ofrecidos por el experimento de Kohler y su equipo (Kohler *et al.*, 2002) han demostrado cómo las neuronas audiovisuales de

los macacos son capaces de responder también al sonido asociado a una acción, y no sólo al movimiento observado. Por tanto, cabe la posibilidad de que la comprensión de palabras asociadas con movimientos bucales se produjese mediante la activación de estas neuronas en acciones de ingestión como había puesto de manifiesto Ferrari (Ferrari *et al.*, 2003). Esta hipótesis sostiene que el paso fundamental hacia la adquisición del lenguaje articulado debió de producirse cuando los individuos, seguramente gracias a su capacidad para la imitación, fueron capaces de generar sonidos sin la necesidad de acompañarlos de la acción asociada a ellos.

Se cree que el córtex premotor fue capaz de generar progresivamente el sonido propio de la masticación sin la acción necesaria para ingerir, al mismo tiempo que, de forma paralela, las neuronas desarrollaron la capacidad para activarse tanto en la generación de sonido como en su percepción. Probablemente, la enormemente confusa organización del área de Broca en los seres humanos, como ha demostrado Amunts (Amunts *et al.*, 2010), donde se entremezclan funciones fonológicas, semánticas, sintácticas, así como acciones motoras y de ingestión, sea una consecuencia de esta tendencia evolutiva.

Es posible que este sistema bautizado por Rizzolatti y Craighero (2004) como sistema econeuronal (*echo-neuron system*) intervenga en la imitación de sonidos verbales, pero todo parece apuntar, sin embargo, a que interviene, además, en la *percepción* del habla de acuerdo con la teoría motora propuesta por Liberman y sus colaboradores. Hay evidencia de que el sistema de neuronas espejo no sólo se activa desde el punto de vista motor cuando un individuo escucha el sonido asociado a una acción, sino también cuando escucha lenguaje articulado, como demostró un estudio donde se registró actividad neuronal motora para la región que controla los músculos de la lengua ante la percepción de estímulos auditivo-verbales (Fadiga *et al.*, 2002).

Estos experimentos dan cuenta del hecho de que un estímulo verbal puede activar los centros motores asociados a la producción del habla, lo que ha llevado a proponer una sólida base desde la que entender el origen lenguaje, identificado con el principio de paridad, según lo expuesto por Liberman (1993: 23):

In all communication, sender and receiver must be bound by a common understanding about what counts; what counts for the sender must count for the receiver, else communication does not occur. [...]. Moreover the process of production and perception must somehow be linked; their representation must, at some point, be the same.

El principio de paridad, por tanto, sería una característica intrínseca del sistema de neuronas espejo dentro del conjunto de elementos necesarios para la aparición del lenguaje, puesto que éste puede entonces ser considerado no como un sistema de producción de sonidos, sino como un sistema de producción de gestos articulares. Conviene, no obstante, seguir siendo cautos frente al hallazgo de las neuronas espejo,

pues como bien señala Arbib (2005): a) La existencia de un sistema de neuronas espejo no implica por sí mismo la posesión de lenguaje; b) no es por sí mismo suficiente tampoco para explicar la imitación de acciones, aunque facilita, ciertamente, el reconocimiento de acciones, pues no es lo único que explica la habilidad necesaria para servirse de la representación motora interna con el fin de repetir una acción; c) la evolución del lenguaje no puede estudiarse aisladamente a partir de las neuronas espejo sin tener en cuenta un marco cognitivo más general.

Una hipótesis, propuesta por los mismos Rizzolatti y Craighero (2004) considera la conexión entre significativo y significado desde un doble origen posible: en primer lugar, un origen más primitivo, estrechamente relacionado con la acción del sistema de neuronas espejo, que habría permitido un desplazamiento de los movimientos de la mano desde un contexto pragmático a un contexto gestual; y en segundo lugar, otro más reciente basado en el sistema de econeuronas, que habría vinculado la emisión de sonidos a los gestos. Se ha comprobado ya la existencia del primero en seres humanos mediante estudios por electroencefalografía e imagen por resonancia magnética funcional (IRMf), aunque estos resultados no prueban que el significado tenga su origen exclusivamente en los sistemas sensomotores descritos. Sin embargo, sí es evidente que las lesiones que afectan a la región perisilviana demuestran la importancia del sistema basado en la transformación directa de sonidos en gestos motores del habla para la comprensión de acciones. Siguiendo una misma línea de investigación, Gentilucci y sus colaboradores (Gentilucci *et al.*, 2012) proponen una doble base neuronal para el control de gestos y vocalizaciones, parcialmente superpuesto, y localizado la parte inferior de la circunvolución frontal inferior en el área de Broca.

#### 4. Conclusiones

Los argumentos a favor de uno u otro canal de comunicación han pasado de basarse en la observación del comportamiento de los primates y en su carácter social, a estar respaldados por los avances en neurobiología y neurolingüística de las últimas dos décadas. A éstos se han unido una serie de elementos desde distintos campos de estudio que vienen a señalar aspectos fundamentales de ambos canales de comunicación a la hora de considerar un origen vocal o gestual del lenguaje.

La estrecha relación que se ha demostrado entre los movimientos de manos y brazos en los primeros balbuceos de los bebés, junto a la teoría motora de la percepción del habla, han quedado enmarcados dentro del hallazgo de las neuronas espejo. Al mismo tiempo, los restos fósiles se han reinterpretado en virtud del mecanismo que enlaza la ejecución de una acción y su observación en otros individuos como consecuencia de un repertorio de movimientos cada vez más complejo que podría haber dado origen a la comunicación intencional.

Sin embargo, el intenso debate a favor de uno u otro canal de comunicación parece difícil que vaya a resolverse hacia una de las dos hipótesis por la simple razón

de que los argumentos del tipo “todo o nada” en los que se dirimen a menudo las discusiones científicas no suelen prosperar, como parecen confirmar los datos ofrecidos por estudios neurolingüísticos que apuntan a una fuerte conexión entre gestos y vocalizaciones, siendo probable incluso que pudiesen haber evolucionado conjuntamente. La complejidad de la citoarquitectura del área de Broca y la dificultad para determinar su función principal es seguramente reflejo de la gran interrelación que existe entre ambos.

Tras un largo periodo donde sólo las vocalizaciones han sido consideradas como el posible origen evolutivo del habla por tratarse hoy del actual canal de comunicación en humanos, la antigua teoría del origen gestual del lenguaje ha vuelto a verse bajo una nueva luz. Desde esta perspectiva, el principio de paridad, propuesto en los años setenta por Liberman en el marco de la teoría motora, ha sido parcialmente retomado por Michael Arbib en sus argumentos a partir del descubrimiento de las neuronas espejo y supone un punto de partida muy atractivo por su simplicidad, puesto que el lenguaje es considerado entonces no como un sistema de producción de sonidos, sino como un sistema de producción de gestos articulares. A partir de ahí, el camino trazado para explicar en detalle la conexión entre vocalizaciones y gestos, y por tanto cómo fue su historia evolutiva, debe marcar la línea de investigación a seguir.

## Bibliografía

- ARBIB, Michael (2005): "From monkey-like action recognition to human language". *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 105-167.
- ARBIB, Michael y Giacomo RIZZOLATTI (1997): "Neural expectations: A possible evolutionary path from manual skills to language". *Communication and Cognition*, 29, 393-423.
- ARBIB, Michael, Katja LIEBAL y Simone PIKA (2008): "Primate vocalization, gesture, and the evolution of human language". *Current Anthropology*, 49, 6, 1064-1065.
- ARCADI, Adam (2003): "Is gestural communication more sophisticated than vocal communication in wild chimpanzees?". *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 2, 210-211.
- ARMSTRONG, David, William STOKOE y Sherman WILCOX (1995): *Gesture and the nature of language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BABKIN, Boris (1960): "The establishment of reflex activity in postnatal life". *Central nervous system and behavior*, 24-31. Bethesda: Department of Health, Education, and Welfare Public Health Service.
- BERMEJO, Magdalena y Anna OMEDES (1999): "Preliminary vocal repertoire and vocal communication of wild bonobos (*Pan paniscus*) at Lilungu (Democratic Republic of Congo)". *Folia Primatologica*, 70, 328-357.
- BOSMAN, Conrado, Vladimir LÓPEZ y Francisco ABOITIZ (2005): "Sharpening Occam's razor: Is there need for a hand-signing stage prior to vocal communication?". *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 2, 128-129.
- CALL, Josep y Michael TOMASELLO (1994): "Production and comprehension of referential pointing by orangutans (*Pongo pygmaeus*)". *Journal of Comparative Psychology*, 108, 307-317.
- CANTALUPO, Claudio y William HOPKINS (2001): "Asymmetric Broca's area in great apes". *Nature*, 414, 505.
- CARSTAIRS-MCCARTHY, Andrew (1999): *The origins of complex language*. Oxford: Oxford University Press.
- CONDILLAC, Etienne ([1746] 1999): *Ensayo sobre el origen de los conocimientos humanos*. Madrid: Tecnos.
- CORBALLIS, Michael (2002): *From Hand to Mouth. The Origins of Language*. Princeton/Oxford: Princeton University Press.
- CORBALLIS, Michael (2003): "From mouth to hand: gesture, speech, and the evolution of right handedness". *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 199-260.
- DARWIN, Charles ([1889] 1998): *La expresion de las emociones en los animales y en el hombre*. Madrid: Alianza.
- DUNBAR, Robin (1996): *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*. London/Boston: Faber and Faber.

- EJIRI, Keiko y Nobuo MASATAKA (2001): "Co-occurrence of preverbal vocal behavior and motor action in early infancy". *Developmental Science*, 4, 40-48.
- FADIGA, Luciano, Laila CRAIGHERO, Giovanni BUCCINO y Giacomo RIZZOLATTI (2002): "Speech listening specifically modulates the excitability of tongue muscles: a TMS study". *European Journal of Neuroscience*, 15, 399-402.
- FECTEAU, Shirley, Jorge ARMONY, Yves JOANETTE y Pascal BELIN (2004): "Is voice processing species-specific in human auditory cortex? An fMRI study". *NeuroImage*, 23, 840-848.
- FERRARI Pier, Vittorio GALLESE, Giacomo RIZZOLATTI y Leonardo FOGASSI (2003): "Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex". *European Journal of Neuroscience*, 17, 1703-1714.
- FITCH, William Tecumseh (2006): "The biology and evolution of music: A comparative perspective". *Cognition*, 100, 173-215.
- FOGEL, Alan y Thomas HANNAN (1985): "Manual actions of nine to fifteen-week-old human infants during face-to-face interactions with their mothers". *Child Development*, 56, 1271-1279.
- FOUTS, Roger y Gabriel WATERS (2003): "Unbalanced human apes and syntax". *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 221-222.
- GENTILUCCI, Maurizio (2003): "Grasp observation influences speech production". *European Journal of Neuroscience*, 17, 179-184.
- GENTILUCCI, Maurizio, Francesca BENUZZI, Massimo GANGITANO y Silvia GRIMALDI (2001): "Grasp with hand and mouth: a kinematic study on healthy subjects". *Journal of Neurophysiology*, 86, 1685-1699.
- GENTILUCCI, Maurizio, Elissa DE STEFANI y Alessandro INNOCENTI (2012): "From Gesture to Speech". *Biolinguistics*, 6, 3-4, 338-353.
- GIL-DA-COSTA, Ricardo, Alex MARTIN, Marco LOPES, Monica MUÑOZ, Jonathan FRITZ y Allen BRAUN (2006): "Species-specific calls activate homologs of Broca's and Wernicke's areas in the macaque". *Nature Neuroscience*, 9, 1064-1070.
- GOODALL, Jane (1986): *The chimpanzees of Gombe: patterns of behavior*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- HEFFNER, Henry y Rickye HEFFNER (1990): "Role of primary auditory cortex in hearing", en Mark Berkely y William Stebbins (eds.): *Comparative perception, vol. 2: Complex signals*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- HEWES, Gordon (1973): "Primate communication and the gestural origin of language". *Current Anthropology*, 14, 5-24.

- HOPKINS, William, Jamie RUSSELL, Margaret REMKUS, Hani FREEMAN y SHAPIRO (2007): "Handedness and grooming in Pan troglodytes: comparative analysis between findings in captive and wild individuals". *International Journal of Primatology*, 28, 1315-1326.
- HURFORD, James (2007): *The origins of meaning*. Oxford: Oxford University Press.
- IACOBONI, Marco, Lisa KOSKI, Marcel BRASS, Harold BEKKERING, Roger WOODS, Marie-Charlotte DUBEAU, John MAZZIOTTA y Giacomo RIZZOLATTI (2001): "Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98, 13995-13999.
- IACOBONI, Marco, Roger WOODS, Marcel BRASS, Harold BEKKERING, John MAZZIOTTA y Giacomo RIZZOLATTI (1999): "Cortical mechanisms of human imitation". *Science*, 286, 2526-2528.
- IVERSON, Jana y Esther THELEN (1999): "Hand, mouth, and brain: The dynamic emergence of speech and gesture". *Journal of Consciousness Studies*, 6, 19-40.
- JÜRGENS, Uwe (2003): "From mouth to mouth and hand to hand: On language evolution". *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 2, 229-230.
- JÜRGENS, Uwe y Petra ZWIRNER (2000): "Individual hemispheric asymmetry in vocal fold control of the squirrel monkey". *Behavioural Brain Research*, 109, 213-217.
- KELLY, Spencer (2003): "From past to present: Speech, gesture, and brain in present-day human communication". *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 2, 230-231.
- KNIGHT, Chris (2000): "From 'Nursing Poke' to syntactical speech". *Third International Conference on the Evolution of Language*, Paris, 3<sup>rd</sup>6<sup>th</sup> April, 2000
- LEAVENS, David (2003): "Integration of visual and vocal communication: Evidence for Miocene origins". *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 2, 232-233.
- LEAVENS, David, William HOPKINS y Kim BARD (1996): "Indexical and referential pointing in chimpanzees (Pan troglodytes)". *Journal of Comparative Psychology*, 110, 346-353.
- LEW, Adina y George BUTTERWORTH (1997): "The development of hand-mouth coordination in 2- to 5-month-old infants: Similarities with reaching and grasping". *Infant Behavior and Development*, 20, 59-69.
- LIBERMAN, Alvin (1957): "Some results of research on speech perception". *Journal of the Acoustical Society of America*, 29, 117-123.
- LIBERMAN, Alvin (1993): "Haskins Laboratories Status Report on Speech Research", 113, 1-32.
- LIEBERMAN, Philip (2001): "On the subcortical bases of the evolution of language", en Jürgen Trabant y Sean Ward (eds.): *New Essays on the Origins of Language*. New York: Mouton de Gruyter.



- MACLARNON, Ann y Gwen HEWITT (1999): "The evolution of human speech: The role of enhanced breathing control". *American Journal of Physical Anthropology*, 109, 341-363.
- MACNEILAGE, Peter (1998): "The frame/content theory of evolution of speech production". *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 499-546.
- MACNEILAGE, Peter y Barbara DAVIS (2000): "Evolution of speech: the relation between ontogeny and phylogeny", en Chris Knight, Michael Studdert-Kennedy y James Hurford (eds.): *The Evolutionary Emergence of Language: Social Function and the Origins of Linguistic Form*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MCCOMB Karen y Stuart SEMPLE (2005): "Co-evolution of vocal communication and sociality in primates". *Biology Letters*, 1,4, 381-385.
- MCNEILL, David, Bennett BERTENTHAL, Jonathan COLE y Shaun GALLAGHER (2005): "Gesture-first, but no gestures?". *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 2, 138-139.
- MEIER, Richard y Elisa NEWPORT (1990): "Out of the hands of babes: On a possible sign language advantage in language acquisition". *Language*, 66, 1-23.
- MEISTER, Ingo, Babak BOROOJERDI, Henrik FOLTYS, Roland SPARING, Walter HUBER y Rudolf TOPPER (2003): "Motor cortex hand area and speech: implications for the development of language". *Neuropsychologia*, 41, 401-406.
- MILES, Lyn (1990): "The cognitive foundations for reference in a signing orangutan", en Sue Parker y Kathleen Gibson (eds.): *"Language" and intelligence in monkeys and apes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- NEIDLE, Carol, Judy KEGL, Dawn MACLAUGHLIN, Benjamin BAHAN y Robert LEE (2000): *The syntax of American Sign Language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- NEVILLE, Helen, Daphne BAVELIER, David CORINA, Josef RAUSCHECKER, Avi KARNI, Anil LALWANI, Allen BRAUN, Vince CLARK, Peter JEZZARD y Robert TURNER (1997): "Cerebral organization for deaf and hearing subjects: Biological constraints and effects of experience". *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, 922-929.
- NISHITANI, Nobuyuki y RIITTA Hari (2000): "Temporal dynamics of cortical representation for action". *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 97, 913-918.
- NISHITANI, Nobuyuki y RIITTA Hari (2002): "Viewing lip forms: cortical dynamics". *Neuron*, 36, 1211-1220.
- OSAWA, Fuyo (2003): "Syntactic parallels between ontogeny and phylogeny". *Lingua*, 113, 3-47.
- PAGET, Richard (1944): "The Origin of Language". *Science*, 99, 14-15.
- PARR, Lisa, Signe PREUSCHOFTU y Frans DE WAAL (2002): "Afterword: research on facial emotion in chimpanzees, 75 years since Kohts", en Frans de Waal (ed.): *Infant Chimpanzee and Human Child*. Oxford/New York: Oxford University Press.

- PETTITO, Laura-Ann, Siobhan HOLOWKA, Lauren SERGIO, Bronna LEVY y David OSTRY (2004): "Baby hands that move to the rhythm of language: hearing babies acquiring sign languages babble silently on the hands". *Cognition*, 93, 43-73.
- PIKA, Simone, Katja LIEBAL y Michael TOMASELLO (2003): "Gestural communication in young gorillas (*Gorilla gorilla*): gestural repertoire and use". *American Journal of Primatology*, 60, 3, 95-111.
- PLOOG, Detlev (2002): "Is the Neural Basis of Vocalisation Different in Non-Human Primates and *Homo sapiens*?" . *Proceedings of the British Academy*, 106, 121-135.
- POVINELLI, Daniel y Richard DAVIS (1994): "Differences between chimpanzees (*Pan troglodytes*) and humans (*Homo sapiens*) in the resting state of the index finger: Implications for pointing". *Journal of Comparative Psychology*, 108, 134-139.
- POVINELLI, Daniel, Jesse BERING y Steve GIAMBRONE (2000): "Toward a science of other minds: Escaping the argument by analogy". *Cognitive Science*, 24, 509-541.
- RIZZOLATTI, Giacomo y Michael ARBIB (1998): "Language within our grasp". *Trends in Neurosciences*, 21, 5, 188-194.
- RIZZOLATTI, Giacomo y Laila CRAIGHERO (2004): "The mirror-neuron system". *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.
- SAVAGE-RUMBAUGH, Sue, Stuart SHANKER y Talbot TAYLOR (1998): *Ape Language and the Human Mind*. Oxford: Oxford University Press.
- SENGHAS, Ann y Marie COPPOLA (2001): "Children creating language: How Nicaraguan Sign Language acquired a spatial grammar". *Psychological Science*, 12, 323-328.
- SEYAL, Masud, Brendan MULL, N. BHULLAR, T. AHMAD y B. GAGE (1999): "Anticipation and execution of a simple reading task enhance corticospinal excitability". *Clinical Neurophysiology*, 110, 3, 424-429.
- SLOBIN, Dan (2004): "From ontogenesis to phylogenesis: what can child language tell us about language evolution?", en Jonas Langer, Sue Parker y Constance Milbrath (eds.): *Biology and Knowledge revisited: From neurogenesis to psychogenesis*. Mahwah: Erlbaum.
- STOKOE, William (2001): *Language in hand: Why sign came before speech*. Washington: Gallaudet University Press.
- TAGLIALATELA, Jared, Jamie RUSSELL, Jennifer SCHAEFFER y William HOPKINS (2008): "Communicative Signaling Activates 'Broca's' Homolog in Chimpanzees". *Current Biology*, 18, 5, 343-348.
- TOBIAS, Phillip (1987): "The brain of *Homo habilis*: a new level of organization in cerebral evolution". *Journal of Human Evolution*, 16, 741-761.
- TOMASELLO, Michael (2003): "On the different origins of symbols and grammar", en Morten Christiansen y Simon Kirby (eds.): *Language evolution: States of the Art*. Oxford: Oxford University Press.

- TOMASELLO, Michael y Josep CALL (1997): *Primate Cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- VEÀ, Joaquim y Jordi SABATER-PI (1998): "Spontaneous pointing behaviour in the wild pygmy chimpanzee (*Pan paniscus*)". *Folia Primatologica*, 69, 289-290.
- WALLACE, Alfred Russel (1895): "The Expressiveness of Speech, or Mouth-gesture as a Factor in the Origin of Language". *Fortnightly Review*, 64, 528-543.
- WATERS, Gabriel y Roger FOUTS (2002): "Sympathetic mouth movements accompanying fine motor movements in five captive chimpanzees (*Pan troglodytes*) with implications toward the evolution of language". *Neurological Research*, 24, 174-180.
- WUNDT, Wilhelm (1912): *Elemente der Völkerpsychologie*. Leipzig: Kröner.

**Fecha de recepción: 26/06/2013**  
**Fecha de aceptación: 24/09/2013**