

Aspectos lingüísticos en las vocalizaciones de los primates

Mireia Martín
Universitat de Barcelona

A pesar de la distancia entre la comunicación vocal de los primates y la de los humanos, la comprensión de la filogenia del lenguaje oral pasa por el estudio de nuestros parientes evolutivos. El método comparado ha demostrado ser un instrumento muy útil para el contraste de hipótesis referidas a la evolución, ya que proporciona una vía para contrastar datos empíricos sobre especies vivas. Los estudios de primatología empiezan a aportar abundantes datos sobre algunas especies de primates, pero muy poco sabemos de las especies semiterrestres que habitan la selva densa, y mucho menos de especies menos populares como el dril. Los driles cautivos tienen un repertorio de 16 tipos de vocalizaciones (19 subtipos) y se han podido diferenciar 63 vocalizaciones o patrones vocales asociados a contextos específicos. Dentro de su repertorio vocal hay siete unidades básicas de emisión, a partir de las cuales se gestan las demás vocalizaciones. Así algunos rasgos lingüísticos del habla humana como la reduplicación, los cambios vocálicos, el simbolismo fonético o la flexión de las unidades se podrían considerar como mecanismos coincidentes en los driles.

Palabras clave: *filogenia lenguaje, comunicación vocal, driles, mandrillus leucophaeus.*

In spite of the distance between the vocal communication produced by primates and that produced by humans, our understanding of the phylogeny of oral language inevitably depends on the study of our evolutionary relatives. The comparative method has proved its value in testing evolutionary hypotheses, enabling us to contrast empirical data compiled from living species. Primatology studies have begun to produce abundant data on some primate species, but to date we know very little of the semiterrestrial species that live in the dense jungle, especially about less popular species such as the drill. In captivity, drills have a repertoire of 16 types of vocalization (19 subtypes), and 63 vocalizations or vocal patterns associated with specific contexts have been distinguished.

Its vocal repertoire includes seven main calls, which serve as the basis for the other vocalizations. It appears that certain linguistic features of human speech, such as reduplication, vocalic changes, phonetic symbolism and inflection, also appear in drills.

Key words: *phylogeny of language, vocal communication, drills, man-drillus leucophaeus*

Desde un punto de vista filogenético, la especie humana ha hecho un largo viaje. Ha habido adaptaciones fisiológicas que nos han ayudado a adaptarnos a diferentes medios –muchas veces hostiles–, así como pequeños y grandes descubrimientos tecnológicos o innovaciones conductuales, que hemos transmitido culturalmente de generación en generación, las cuales nos han permitido evolucionar. Pero no hay duda de que si hemos llegado ‘tan lejos’ es gracias a la prolífica y expansiva comunicación de estos hallazgos. El habla humana es quizás el sistema de comunicación más perfecto, productivo y con la mayor capacidad de proyección que podemos encontrar en la naturaleza.

Para afrontar el estudio de la evolución del lenguaje humano se requiere una aproximación interdisciplinaria. El análisis de los fósiles nos proporciona información sobre el orden de adquisición de determinados rasgos durante la filogenia. En función de los restos fósiles óseos hallados, los paleoantropólogos han desarrollado teorías sobre la adaptación que han ido haciendo los diferentes homínidos basándose en la morfología del hueso hioide, el descenso de la laringe y el ensanchamiento de la capacidad craneal. Pero las pistas de dichos restos no nos aportan resultados concluyentes en la reconstrucción de las habilidades del lenguaje hablado de nuestros ancestros extinguidos, ya que en la producción fónico-acústica intervienen tejidos blandos que no se fosilizan, los cuales son de vital importancia para la articulación del habla (Lieberman, 1995; Arsuaga y Martínez, 2000).

La comunicación es un fenómeno biológico y la capacidad de comunicación no es exclusiva de la especie humana. Es un rasgo inherente a todo animal social, y de hecho, toda especie viva desarrolla sistemas de comunicación eficaces y sofisticados indispensables para su supervivencia como individuos y como especies. Los hombres somos producto de una evolución gradual, tal y como desde 1859, año en que Charles Darwin formuló la teoría de la evolución, los científicos han ido demostrando repetidamente. El método comparado ha demostrado ser un instrumento muy útil para el contraste de hipótesis referidas a la evolución, ya que proporciona una vía para contrastar datos empíricos sobre especies vivas, la cual nos permite deducir habilidades conductuales de ancestros comunes extinguidos. En el caso del estudio de la evolución del lenguaje, el análisis de la conducta vocal de los primates nos puede ayudar a identificar homologías, que a su vez nos permitan inferir la presencia/ausencia de determinadas características que podamos compartir con estos mismos ancestros comunes. De la misma manera, mediante ejemplos de evolución convergente, donde especies filogenéticamente alejadas han desarrollado rasgos similares, presumiblemente debido a fuerzas selectivas también similares, se pueden descubrir

pistas sobre el diseño de mecanismos particulares, morfológicos o conductuales, adecuados a la solución de los diferentes tipos de problemas (Fitch, 2002).

Pero es curioso constatar que el estudio de la comunicación vocal en primates es relativamente reciente y, por lo tanto, muy tardío si lo comparamos con otros estudios pioneros y abundantes efectuados en otras especies de animales, a pesar de que los primates son los animales más próximos a nuestra especie desde un punto de vista filogenético y de su comparación se pueden deducir muchas hipótesis sobre nuestra evolución.

En las últimas tres décadas, el método comparado está aportando mucha información complementaria al estudio de la filogenia del lenguaje: por ejemplo, se ha demostrado que una amplia variedad de vertebrados que incluye pájaros y mamíferos producen y perciben frecuencias formantes en sus vocalizaciones, las cuales son indispensables para el reconocimiento individual (Rendall *et al.*, 1996) y para deducir la medida corporal del emisor (Fitch, 1997). De esta manera, vemos que el uso de formantes en la comunicación animal tiene una larga historia evolutiva y no es exclusiva del género *Homo*.

También los últimos estudios sobre fisiología comparada como los de Fitch (2002) nos muestran datos sorprendentes. Indican que la configuración del tracto vocal, al menos en perros, cerdos, cabras y primates, es mucho más similar a la de la especie humana de lo que se había inferido de las disecciones en animales muertos. Este investigador utiliza vídeos en rayos X de los animales vocalizando y concluye que estos animales tienen unos tractos vocales sorprendentemente elásticos y móviles. En particular, pueden bajar la laringe en la cavidad oral al vocalizar sus *loud calls* (vocalizaciones típicas de especie graves y profundas, y con unos rasgos acústicos que favorecen que sean audibles a grandes distancias). Así mismo, pueden subir el velo y, en consecuencia, cerrar el paso a la salida nasal del aire. Del mismo modo, Hauser *et al* (1993) usando el vídeo y análisis de las vocalizaciones en *Macaca mulatta* demuestran una correlación entre la posición de los labios y los formantes resultantes.

Como hemos visto, los estudios de primatología empiezan a aportar abundantes datos sobre algunas especies de primates, pero muy poco sabemos de las especies semiterrestres que habitan la selva densa, y mucho menos de especies menos populares como el dril. El dril (*Mandrillus leucophaeus*) es la especie de los primates africanos con la extensión geográfica más limitada. Es un primate con un elevado dimorfismo sexual: los machos doblan a las hembras en tamaño corporal y en la medida de los colmillos. De la misma manera, vocalmente también encontramos enormes diferencias. Habitan en la pluvisilva tropical, en bosques secundarios maduros, infrecuentemente en bosques secundarios jóvenes y nunca en campo abierto lejos del bosque. Además es una de las especies más amenazadas, a causa de la deforestación y la caza indiscriminada a la que se ven sometidos, lo que hace que huya inmediatamente del hombre (Gartlan, 1970; Butynski y Koster, 1989). Esto, junto con la inaccesibilidad de su hábitat, lo convierte en una de las especies más desconocida desde un punto de vista científico. Mi aportación se centra en dicha especie.

El repertorio vocal de los driles (*Mandrillus leucophaeus*) cautivos

El lenguaje oral de los primates humanos es un código que cuenta primeiramente con una expresión fónico-acústica del emisor, compuesta de sonidos producidos y articulados por el aparato fonador, destinados a un receptor que los capta con su aparato auditivo. Los elementos del habla son las palabras que definiremos como aquellas secuencias de sonidos que constituyen los elementos significativos de una lengua. Si nos fijamos, los primates no-humanos tienen un sistema vocal que también es un sistema auditivo de símbolos y un sistema motor, ya que es articulado y destinado a ser captado por el oído. Los elementos que componen la comunicación vocal son las vocalizaciones.

Los etólogos o primatólogos tienen como objetivo principal elaborar etogramas de conducta y, por lo tanto, catalogar la conducta animal en todos sus aspectos. Así pues, un etograma vocal consta de aquellas señales producidas por el aparato fonador que se transmiten auditivamente. Son señales sociales que transmiten información sobre diversos aspectos de la vida en grupo (intenciones, emociones, conceptos tales como la alarma...). Estas señales son básicas para la supervivencia del individuo dentro del grupo, pero de una manera significativa del grupo social y también de la especie. Tengamos en cuenta los siguientes aspectos: son señales que vehiculan y facilitan las interacciones grupales; cada especie tendrá un repertorio diferenciado que lo caracterice como tal; un primate aislado del grupo es un primate mudo (Cheney y Seyfarth, 1990).

La metodología que históricamente han usado los primatólogos que han estudiado la comunicación vocal ha sido similar a la de los pioneros estudios etológicos de comunicación vocal en pájaros e insectos (Gonzoules *et al.*, 1984; Seyfarth y Cheney, 1986; Hauser 1992; Fisher *et al.*, 2000). Así pues según el dibujo espectrográfico, una señal puede ser tonal (hay una banda de frecuencia con sus respectivos armónicos), atonal (hay diversas bandas de frecuencia que no guardan relación armónica) o *broadband* (elementos compactos que forman una amplia banda de frecuencia). Del contorno de la frecuencia fundamental y del espectro surgirán las medidas cuantitativas de tiempo y de frecuencia que caracterizarán las vocalizaciones, aspecto fundamental para ir conformando el etograma, juntamente con una adecuada y precisa contextualización de las llamadas.

Como puede observarse en la tabla 1, los driles cautivos tienen un repertorio de 16 tipos de vocalizaciones (19 subtipos), un número similar a otros repertorios descritos en primates (Green, 1975; Kudo, 1987; Aich *et al.*, 1990; Range y Fischer, 2004). El dimorfismo sexual tiene su correlato vocal: 3 de estos tipos son exclusivos del macho dominante adulto y 4 le son excluyentes. Se han podido diferenciar 63 vocalizaciones o patrones vocales asociados a contextos específicos (Martín, 2004). Dentro de su repertorio vocal interpreto que hay siete unidades básicas de emisión (*K*, *KIK*, *KA*, *GKO*, *GRUNT*, *H* y *ROAR*), a partir de las cuales se gestan las demás vocalizaciones, ya sea bien alargando la duración de las unidades, bien ampliando el número de impulsos glotales o de unidades que la componen, o bien variando o modulando la frecuencia. Así, partiendo de 7 unidades básicas se llega a 63 vocalizaciones resultantes, mediante lo siguiente:

**TABLA 1. REPERTORIO VOCAL DE LOS DRILES (*MANDRILLUS LEUCOPHAEUS*) CAUTIVOS: NOMBRE DEL TIPO (Nº DE SUBTIPOS),
 NÚMERO DE VOCALIZACIONES PARA CADA TIPO, VOCALIZACIONES POR MINUTO, CLASE DE EDAD DEL EMISOR,
 % DE LA CLASE SOCIAL QUE LO EMITE Y CONTEXTO GENERAL ASOCIADO.**

Tipo (subtipos)	Voc	Voc/ min	Clase de edad	% clase social	Contexto
<i>2PG (2)</i>	9	0,45	Macho alfa	Alta (100%)	Macho alfa en locomoción, en bostezo de ostentación, después de copular, en respuesta a otras vocalizaciones
<i>CROWING</i>	6	0,37	Todas menos el macho alfa	Alta (50%)	Cuando ven aproximarse un cuidador con comida, antes y mientras el grupo se desplaza, para contactar con driles que están separados
<i>ALARM</i>	4	0,08	Todas	Media (65%)	Informar o alertar a los miembros del grupo sobre posibles alarmas o peligros
<i>GRUNT</i>	1	0,25	Todas menos el macho alfa	Media (58%)	Aviso de la aproximación hacia otro dril
<i>KH</i>	8	0,69	Todas menos el macho alfa	Alta (39%)	Remarcar una posición cuando se hace contacto visual con otro (especialmente los colores posteriores del macho en locomoción)
<i>AFFILIATIVE (3)</i>	12	0,16	Todas	Alta (44%)	Antes del acicalamiento, para reconciliarse o aproximación de apaciguamiento hacia otro
<i>RECLAIM</i>	2	0,1	No adulta	Baja (73%)	Un dril joven solo que está en una posición elevada, dirigida hacia algún adulto a quien quiere reclamar su atención
<i>PLAYFUL</i>	3	0,05	No adulta	Media (51%)	Antes, durante o después del juego
<i>SEXUAL</i>	3	0,01	Adulta y subadulta	Alta (79%)	Macho al empujar o hembra al alejarse del macho
<i>INTERGROUP</i>	1	0,003	Hembras adultas	Alta (100%)	Conflictos con los primates que están el la instalación contigua
<i>AGGRESSIVE</i>	4	0,48	Todas menos infantiles	Alta (63%)	Pautas agresivas dirigidas hacia otro dril
<i>ANAGONISTIC</i>	4	0,05	Todas menos el macho alfa	Baja (42%)	Chillidos anagónicos con huida o no
<i>DISCOMFORT</i>	3	0,08	Juveniles e infantiles	Baja (56%)	Protesta activa contra la madre u otro dril
<i>SCENT</i>	1	0,001	Macho alfa	Alta (100%)	Acompañan el marcaje químico
<i>COMFORT</i>	1	0,001	Macho alfa	Alta (100%)	Sonido emitido en una posición relajada
<i>SOFT SOUND</i>	1	0,001	Adulta	Alta (100%)	Se emite cuando algún dril se aproxima, al hacer contacto visual o el macho al bostezar

1. El alargamiento de la duración de las unidades: tipos *2PG* (*long distance calls*), *CROWING* y anagnóstico.

2. La reiteración de las unidades: todos los tipos:

a) Reiteración de impulsos glotales: tipos *CROWING* y afiliativo (forma *purr*).

b) Formas dobles: algunas vocalizaciones agresivas, afiliativas o de alarma.

c) Forma *pant* (intervalo regular entre las unidades): algunas vocalizaciones agresivas, *discomfort*, reclamo de atención, afiliativas, *2PG* o *KH*.

3. La variación de la frecuencia dentro de la vocalización: *2PG*, *CROWING*, anagnósticas o de reclamo.

El hecho de alargar las unidades da más tiempo al receptor a procesar el mensaje y a identificar al emisor. Los tipos *CROWING* y *2PG* tienen la función de asegurar la cohesión grupal; por lo tanto, es adaptativo que tengan la duración más larga, dentro del repertorio de los driles, que progresan por la selva densa y, sin pista auditiva, podrían perder fácilmente al grupo debido al denso follaje. Un ejemplo más clarificador sería el caso de la vocalización *cc* (figura 1), que presenta una unidad tonal larga y que es exclusiva de la matrilinea de la jerarquía dominante. De hecho está comprobado que las vocalizaciones tonales, ricas en armónicos, transmiten pistas sobre la identidad del que emite, gracias a los aspectos distintivos del filtraje del tracto vocal (Owren y Rendall, 2001; Weiss y Hauser, 2002). En el caso de las vocalizaciones anagnósticas, al emitirse en caso de conflicto, siempre se ha observado la aproximación de algún dril que socorre al emisor. No sería extraño que estas vocalizaciones actuaran de la misma forma que en los macacos (Gonzoules *et al*, 1984) y que tengan la función de reclutar aliados, ya que entre las diferentes vocalizaciones destaca una tonal, rica en armónicos y con frecuencia modulada.

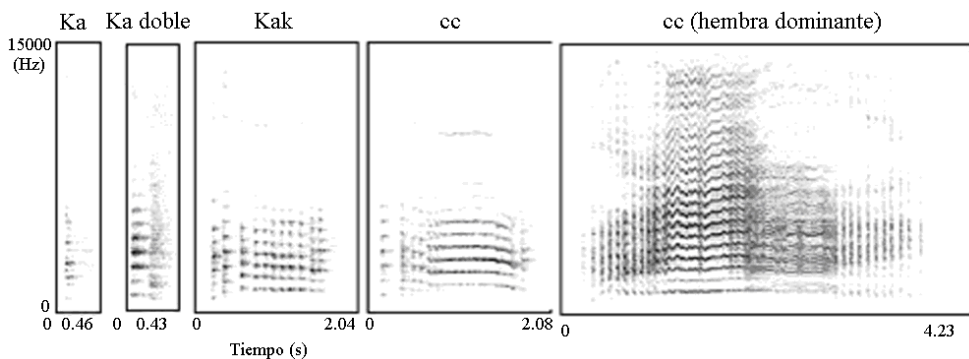


Figura 1. Diferentes vocalizaciones del tipo *CROWING CALLS*.

En todos los tipos descritos se usa el recurso de la repetición de las unidades o impulsos glotales. La reiteración de las unidades enfatiza el mensaje y asegura

1. Los tipos serán presentados en mayúsculas; las vocalizaciones y los patrones vocales, en minúsculas.

al emisor que el mensaje es recibido. En función del ritmo de emisión, también se matizaría la urgencia del mensaje: por ejemplo, la vocalización de alarma de mayor intensidad se presenta vocalmente con el *2-alarm bark* –dos unidades, la primera a una frecuencia inferior a la segunda–. Cuando la alerta es más elevada esta vocalización doble se encadena en series más largas (de 3, 4 o 5 parejas).

Hay otras vocalizaciones donde la frecuencia en el curso de la producción de las unidades varía. En el tipo *2PG* (figura 2), en algunas unidades la altura de la frecuencia va cambiando (*wop* o dominancia) o en la vocalización *chirp* (figura 3) del tipo *RECLAIM* se observa la frecuencia modulada (algo muy usual en pájaros).

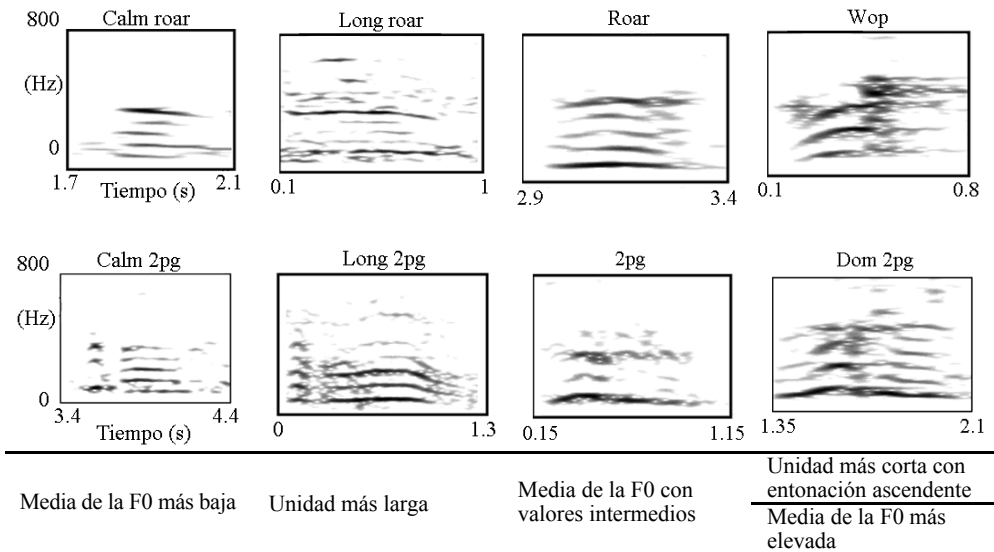


Figura 2. Representación espectrográfica del 2PG (en la primera fila, el subtipo ROAR; en la segunda, el 2PG).

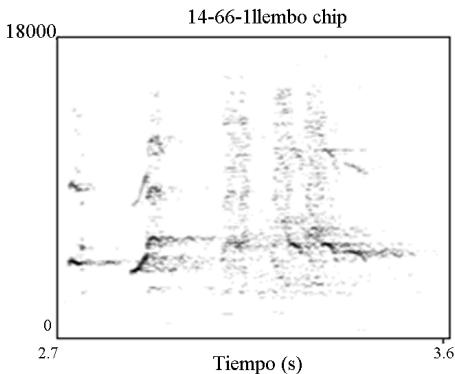


Figura 3. Vocalización *chirp* del tipo RECLAIM con rápidos cambios de frecuencia o modulación (FM)

Un sistema de comunicación auditivo tiene la ventaja de que puede ser captado en difíciles condiciones ambientales, sin contacto visual y se puede poner en práctica mientras se realizan otras actividades en contraste con la gestualidad, la cual obliga al contacto visual. Los driles habitan en la pluvisilva tropical y nunca en campo abierto lejos del bosque (Gartlan, 1970). Este hecho tendrá como consecuencia que desarrollarán rasgos acústicos adaptados a la larga distancia que les permitan asegurar la cohesión grupal y generar mensajes específicos de especie.

Dentro del repertorio de los driles, destacaría especialmente algunos tipos por el hecho de que no requieren el contacto visual entre los individuos para informar al resto del grupo sobre aspectos o contextos específicos: el *2PG* y el *CROWING* (15 vocalizaciones con unidades largas), en tanto que de ellas dependen la cohesión e individualización, como grupo y como individuos, así como la especificidad de especie; el tipo *ALARM* que consta de 4 vocalizaciones que informan y gradúan el continuo sobre alerta-alarma-peligro, evocando una respuesta en el grupo (miran a la fuente que provoca la atención del dril que emite, o trepan a un lugar elevado), respuesta de vital importancia para la supervivencia de dicho grupo; y, por último, el tipo *RECLAIM*, que usarían los driles jóvenes para llamar la atención de sus madres o las vocalizaciones anagnósticas que podrían actuar como señales para reclutar aliados. Estas vocalizaciones actuarían como etiquetas fónicas, transmitiendo un significado sin el soporte de la conducta visual. En cierto sentido actúan como palabras. En contraste, el resto de tipos vocales (vocalizaciones de proximidad o *close calls*), en los que se vocaliza para reafirmar una determinada conducta, se pueden considerar como gestos fónicos y, el hecho de que aparezca la vocalización o no, gradúa la comprensibilidad del mensaje. Por lo tanto, las vocalizaciones de proximidad son gestos comunicativos que intensifican, matizan, precisan la conducta de comunicación no verbal.

Aspectos lingüísticos comunes entre los primates no humanos y los humanos

La lingüística es el estudio científico del lenguaje y de las lenguas. Todo ser humano dispone de un lenguaje y lo utiliza con aparente libertad e independientemente de impedimentos externos. Se puede definir el lenguaje como la facultad de asociar una expresión al contenido. Así pues, constituye una categoría amplia que incluye los signos gestuales humanos, la comunicación animal, las matemáticas... (Simone, 1993). A continuación, haré un repaso de algunos aspectos característicos que han sobresalido del estudio de los driles cautivos, centrándolo en la comparación con rasgos lingüísticos del habla humana y usando la metodología que nos ofrece la fonética de nuestra especie, más cercana a los primates que no los pájaros o insectos, y de la cual hemos tomado parcialmente prestada nuestra metodología los primatólogos dedicados a la comunicación vocal. Analizaremos cómo estos aspectos comunes tienen su lugar en la ontogenia y arriesgaremos hipótesis sobre diversos aspectos que pudieron influir en la filogenia del lenguaje.

Reduplicación

Como he comentado, en el repertorio vocal de los driles, hay unos patrones temporales en la secuenciación de las unidades que enfatizan el mensaje comunicativo. Cuanto más énfasis se quiere dar al mensaje, más unidades se emiten en una pauta intersilábica repetitiva (*pant grunt* agresivo, *pant ka* afiliativo, *2PG* cuando responde a cadenas, las llamadas de alarma), y también tiene un papel importante el ritmo de emisión, de manera que, a más unidades por minuto, más enfatizado queda el mensaje.

En el habla humana, nada es más natural que la frecuencia de la reduplicación (la repetición de parte o de todo el elemento radical de una palabra). Este proceso se usa generalmente, con un simbolismo evidente (a más material fónico, mayor intensidad o grandeza), para indicar conceptos como distribución, pluralidad, repetición, actividad habitual, aumento de medida, continuidad (Sapir, 1921; Simone, 1993). Veamos algunos ejemplos en diferentes lenguas:

- Inglés: expresiones como *a big big man*, *talktalk* ('chafardear').
- Hotentote: *go* ('ver'); *go-go* ('mirar').
- Somali: *fen* ('roer'); *fen-fen* ('roer por todos lados').
- Chinook: *iwi* ('aparecer'); *iwi iwi* ('mirar alrededor cuidadosamente, examinar').
- Ewe: *wo* ('hacer'); *wowo* ('hecho'); *mawo mawo* ('no hacer').
- Sudanes: *saha* ('¿quién?'); *sahasaha* ('quienquiera').
- Catalán: *fes non-non* ('duerme'); *nyigo nyigo* ('endoble').
- Lenguas bantúes: *vipande* ('se rompió'); *vipande vipande* ('se rompió en mil pedazos'); *mitatu mitatu* ('de tres en tres').
- En turco la intensificación del significado (que en español se expresa usualmente con un superlativo) se expresa con la duplicación del adjetivo: *kadin* ('bello'); *kadin kadin* ('bellísimo'). Incluso en catalán encontramos: *és maco* ('bonito') o *és maco maco* (\approx *maquíssim*, superlativo de *maco*).

La reduplicación por copia es frecuente en el lenguaje infantil, como manifestación elemental de intensificación, probablemente porque contribuye a aumentar la iconicidad del signo lingüístico. También es frecuente en la onomatopeya, la cual representa un estrato muy primitivo y primario de la creación lingüística y se produce en todas las lenguas y en todas las etapas de formación de éstas. Estos sonidos se representan, normalmente, con emisiones monosilábicas basadas en la imitación que, después, pueden dar lugar a duplicaciones. Según Martos (1999), este estadio primario de formación lingüística que representa la onomatopeya nos hace pensar que las primeras etapas del lenguaje verbal comenzarían con emisiones sonoras que, o bien reproducen la realidad de manera onomatopéyica, o bien usan palabras con unos sonidos determinados fuertemente cargados simbólicamente de un significado diferente. Y estos sonidos tendrían un antecedente más claro: los gestos sonoros, que aparecen por modulación de los músculos de la cara, de los labios, la lengua o la glotis, y que conforman el lenguaje temprano de los niños.

La estructura CV (consonante-vocal) está considerada como la estructura básica y universal, ya que es un rasgo que comparten todos los hablantes de

cualquier lengua del mundo, a pesar de que hay muchas más posibilidades (Martínez Celdrán, 1996). Las sílabas CV son las más usadas en el parloteo y el habla temprana. En el 50% de los casos, una sílaba se repite sin cambiar la configuración de la lengua, labios y paladar (parloteo reduplicado), aunque también se producen cambios en la elevación de la mandíbula (parloteo matizado) (MacNeilage, 1998).

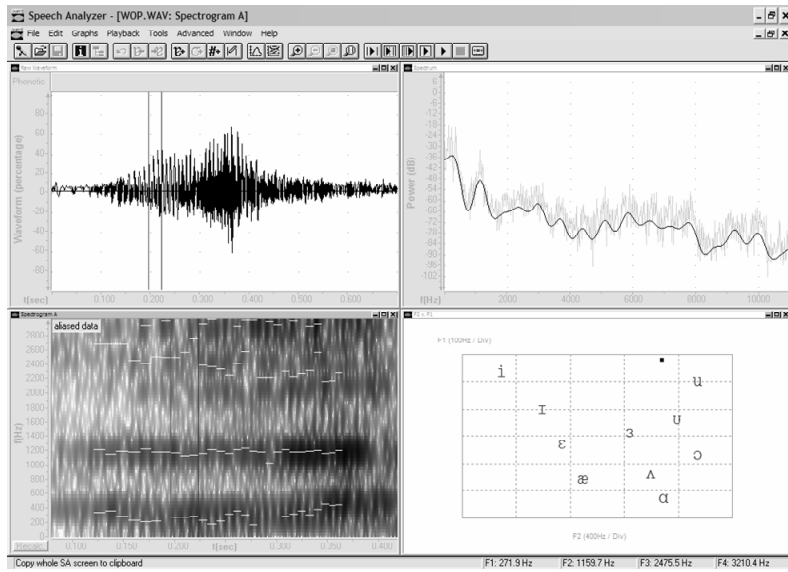
No sería descabellado conjeturar que nuestros ancestros homínidos utilizaban la reduplicación de forma natural y que paralelamente, mediante mecanismos neurales adecuados, desarrollaron la capacidad de imitación vocálica, un avance de vital importancia respecto a los primates, que les permitió progresar comunicativamente en su camino hacia el lenguaje. La habilidad de escuchar un sonido e imitarlo es inexistente en los primates y raro en mamíferos. Tan sólo es conocida en algunas focas, cetáceos, aves y en humanos. Quizás los primeros homínidos empezaran imitando sonidos de la naturaleza y el uso de las onomatopeyas les abrió las puertas a un aprendizaje por imitación vocal, con lo que conlleva para el aprendizaje de un ilimitado repertorio vocal en el cual una combinación de fonemas se asocia arbitrariamente a un significado.

Cambios vocálicos

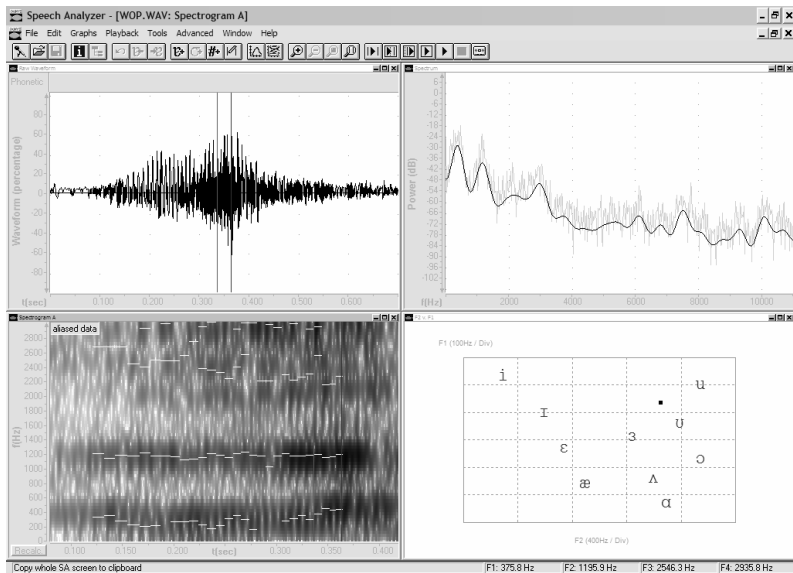
Los procesos morfológicos de alternancia vocálica o consonántica no añaden o quitan nada a la cadena de partida, sino que comportan determinadas modificaciones sobre una parte del material vocálico o consonántico del que está compuesta. Encontramos muchos ejemplos de matices vocálicos repasando diferentes lenguas. Las lenguas semíticas como el hebreo, las camíticas de África del Norte o en una serie de lenguas indias americanas, como el grupo athabasca (grupo que incluye las lenguas navajo, apache, hupa, chipewyan o el loucheux), el cambio vocálico en las palabras es muy importante como proceso funcional. Ni tan siquiera el inglés se escapa (ex: *sing*, *sang*, *sung*).

En driles cautivos, los machos que emiten el tipo 2PG utilizan dos modalidades: el ROAR, donde la representación espectrográfica del sonido nos muestra unos rasgos acústicos donde aparece un sonido con los mismos atributos que una vocal, y el 2PG estricto, donde aparece una bimatización vocal. Se observan cambios sutiles de una vocalización a otra (hemos contabilizado hasta 9 vocalizaciones diferentes dentro de este tipo) que se dan en contextos diferentes. Cuando un macho emite el 2PG cambia la duración de la unidad y la frecuencia de emisión en función del mensaje que quiere dar y, por lo tanto, se matiza la vocal en función del contexto. Sometiendo las vocalizaciones de este tipo a un análisis fonético observamos que el macho de dril –que emite a una frecuencia media similar a la voz masculina, aunque un poco más grave– emite unos sonidos con unas características acústicas y una delimitación de formantes donde se identifican unos fonemas próximos a la [u] y la [o] (ver figura 4, página siguiente).

En todos los mamíferos estudiados las resonancias del tracto vocal o formantes juegan un papel importante en el filtraje de determinadas frecuencias, que son amplificadas, y ello tiene consecuencias en la percepción. Pero, en el caso de los humanos, el filtro que se puede ejercer es mucho más potente. Esto es



Primera parte: sonido próximo a la [u].



Segunda parte: sonido próximo a la [o].

Figura 4. De izquierda a derecha y de arriba abajo, oscilograma, espectro frecuencial, espectrograma y cuadro de formantes. Si utilizamos programas específicos de análisis espectrográfico del habla humana, se identifican diferentes fonemas vocálicos en las vocalizaciones de los machos. Las dos figuras consecutivas representan una vocalización *wop*: al inicio de la vocalización (primera parte) se produce un sonido próximo a la [u] y al final (segunda parte) es más próximo a la [o].

debido a que el descenso de la laringe nos permite tener más patrones de filtraje que el resto de los animales. El repertorio fonético es mucho más amplio, porque la lengua puede moverse horizontal y verticalmente. En cambio, en los mamíferos permanece plana dentro de la cavidad oral. Así, la combinación de fonemas en la cadena hablada permite una mayor complejidad en los seres humanos (Fitch, 2000).

Sabemos que el primer formante (F1) depende de la forma de la cavidad faríngea; el F2, se supedita a la posición de la lengua y el F3 está relacionado con la acción de los labios. En los humanos, la vocal [o] precisa de una articulación redondeada y abocinada. El dril macho adelanta el hocico y los labios sobresalen. Así consigue redondear y abocinar su boca como primer paso para conseguir articular una [o]. ¿Pero cómo consiguen los driles hacer un sonido similar a la [u] o la [o] si en principio no tienen una lengua tan flexible como los humanos? Cuando los machos emiten su *2PG* mantienen una posición cuadrúpeda con una posición del cuello respecto al resto del cuerpo ligeramente arqueada y alargan el hocico, cosa que alargaría al mismo tiempo su tracto vocal. Al emitir su unidad de dominancia, el dril está en una posición exageradamente arqueada, por lo que al cuello se refiere, lo cual puede ayudarle a subir la lengua y llegar a un sonido parecido a la [u],² y en el decurso de la vocalización adelanta el cuello para adaptar su lengua a la posición necesaria para articular la [o].

La altura de los sonidos: Simbolismo fonético

En los lenguajes hablados humanos, la conexión entre sonido y significado es, en principio, arbitraria. A pesar de ello, algunas unidades del habla conllevan un cierto significado. Determinados valores fónicos expresan cosas iguales (simbolismo fonético). Un claro ejemplo de simbolismo son las onomatopeyas. Se ha considerado la onomatopeya como una figura de dicción, en la medida que es una repetición de sonidos, la representación o imitación de una realidad sonora que puede encontrar su correlato sonoro en el mundo exterior. La realidad no es independiente del lenguaje; antes bien, el lenguaje es el único medio posible de construcción de la realidad (ecoísmo).

Diferentes estudios en diferentes lenguas, como los de Jespersen, Sapir o Newman, han demostrado que las vocales conllevan implícitas un simbolismo referido al tamaño. Es un hecho universal en todas las lenguas estudiadas la utilización de determinadas vocales para asociarse a un significado que lleva implícito el tamaño. En un continuo de menor a mayor, quedarían ordenadas como

2. Disposición media de los formantes en los sonidos parecidos a la [o] y a la [u] del macho del dril (n=20):

	F1	F2	F3
[o]	405	1166	2264
[u]	269	1086	2464

sigue: [i],[e],[a],[u],[o]. Según Fitch (1994), este simbolismo deriva del hecho de que la longitud del tracto vocal varía en la producción de las diferentes vocales. Ya es conocida la relación entre tamaño del tracto vocal y medida del emisor (cuanto más pequeño es el tracto, menor tamaño del emisor). Así, los machos emitirán en un registro más grave (al tener tractos vocales más largos que las hembras) y las hembras tendrán un registro más grave al de los infantiles. El tracto vocal al emitir la [i] es más corto que al emitir la [o]. De esta manera, el simbolismo que conllevan las vocales iría asociado a la variación de la longitud del tracto vocal que acompaña su emisión.

Como hemos observado en las figuras 2 y 4, los machos de dril emiten su vocalización típica de especie (2PG) con diferentes matices de frecuencia a lo largo de su emisión. Normalmente, usan un sonido próximo a la [u], pero para mostrar su dominancia cambian a la [o]. Esta vocalización tiene la función de cohesionar al grupo, pero al mismo tiempo, sirve para ahuyentar posibles machos rivales y mostrar su supremacía como macho alfa. Cuando un animal se muestra agresivo, aumenta su tamaño, ya sea mediante la piloerección o exhibiendo una posición del cuerpo lo más grande posible; mientras que un animal subordinado utilizará una postura más comedida, mostrándose más pequeño para evitar una lesión física que resultaría perjudicial. Parece muy adaptativo el uso de los formantes para asociar un tamaño.

Las lenguas verbales son arbitrarias, lo cual hace aumentar la flexibilidad del código, porque se puede ampliar el vocabulario sin preocupación alguna por hermanar significante y significado sobre una base de semejanza recíproca. Por una parte, son más complejas para el usuario, pero, por otra, son más cómodas a la hora de utilizarlas. Toda lengua lleva a cabo una clasificación de la experiencia, en cuanto crea “reagrupamientos” de significados y los asocia a concretas secuencias de sonidos. Ahora bien el criterio de esta clasificación es arbitrario. Según Hespous y Spelke (2004), el aprendizaje del lenguaje parece desarrollarse al unir formas lingüísticas a universales, representaciones preexistentes de sonido y significado. Hay algunas lenguas donde la expresión similar denota una afinidad del contenido. En dakota (lengua amerindia), las palabras *naxta'ka* ('cocear'), *paxta'ka* ('atar'), *yaxta'ka* ('morder'), *i'caxta'ka* ('estar cerca') o *boxta'ka* ('pisar') derivan de un elemento común *xta'ka* ('aferrar') y, por lo tanto, revelan en la forma una afinidad de significado que sus correspondientes españoles no tienen. En latín, *recedo* ('retroceder'), *decedo* ('bajar'), *concedo* ('conceder') o *accedo* ('acercarse') derivan de *cedo* ('moverse por una superficie').

Otro ejemplo relevante lo encontramos en diferentes trabajos científicos como los de Bolinger, Ohala o Morton, los cuales han demostrado que la diferente altura de la frecuencia del tono de las vocales está asociada con pistas sociales de dominancia o sumisión. Bolinger (1964) demostró que en diferentes culturas la alta frecuencia del tono vocálico se asocia a deferencia, sumisión, cortesía o falta de confianza. En cambio, una baja frecuencia del contorno de frecuencia del tono de las vocales se asocia a autoridad, amenaza, agresión y confianza. Ohala (1984) y Morton (1994) han obtenido asociaciones similares en sus estudios etológicos en animales.

Morton (1994) revisa las vocalizaciones de 54 especies estudiadas por etólogos y concluye que tres rasgos parecen importantes en las señales agresivas versus las de apaciguamiento:

1. Los sonidos de bajo tono se asocian a señales agresivas, mientras que los de alto tono se asocian a señales amistosas, de apaciguamiento o de temor.

2. Los contornos de frecuencia con un dibujo descendente se asocian a la agresión, mientras que los ascendentes a señales amistosas, de apaciguamiento o de temor.

3. Los sonidos tonales se asocian con señales amistosas o de apaciguamiento, mientras que los atonales, a señales agresivas.

Si, además, tenemos en cuenta que un animal agresivo pretende mostrar un mayor volumen (eriza el pelo, camina erguido), mientras que uno sumiso muestra pautas que le empequeñecen a los ojos de quien le arremete (se encoge, camina a ras del suelo), encontraremos cierta lógica acústica en la correspondencia entre altura del tono de frecuencia con la medida del resonador que emite el sonido (Ohala, 1994).

De parecida manera, en diversos tratados de orquestación como los de Rimsky-Korsakov (1891; e.g. pp. 19, 24), Keenan and Grantham (1990; e.g. pp. 77, 95, 99) y Piston (1955; e.g. p. 168) se explicita que los registros graves describen registros duros, oscuros y amenazadores, mientras que registros más altos evocan luz, suavidad y afabilidad. Un compositor puede intencionalmente transportar una melodía en un registro más bajo para evocar amenaza, dominancia o agresividad, o al contrario, transportarla a un registro superior para evocar vulnerabilidad o sumisión.

Flexión de las unidades

Las palabras son elementos modificables, o sea, capaces de variar su propia forma y significado según el entorno sintagmático en el que aparecen. Los complejos procesos de modificación que sufren las palabras pueden originar nuevas palabras del léxico con diferentes significados. La morfología se ocupa de las modificaciones de las palabras y de la variedad de formas que asumen como consecuencia. La capacidad de modificación morfológica es un sencillo y genial hallazgo para volver a usar los mismos elementos de partida en una variedad muy amplia de formas y configuraciones, lo que además resulta muy económico. Los procesos morfológicos desempeñan la función de permitir a la lengua expandirse ilimitadamente sin cargarse de un número de elementos superior a los límites tolerables por el usuario, y le confieren una extraordinaria flexibilidad de uso (Simone, 1993).

Los humanos usamos morfemas, entendidos como la unidad lingüística mínima dotada de significado. Los morfos son entidades lineales en las que se descomponen las palabras, consideradas en su secuencia fonológica. Desde el punto de vista de su naturaleza, los morfos se clasifican en radicales (el morfo que expresa el significado general) y afijos (matizan el significado general). Los procesos morfológicos de la adición son aquellos procesos donde se añade material morfológico a la raíz: por ejemplo, en catalán, “cant-canta-cantant-

cantants". Otro proceso aditivo sería la reduplicación o la alternancia vocálica o consonántica (fenómenos que ya se han analizado anteriormente).

Pero, ¿qué pasa con los primates? Siempre se ha considerado que los mamíferos tienen unos repertorios pequeños, con diferentes patrones vocales de carácter holístico, sin unos subcomponentes internos destacables e independientes. Las unidades acústicas no se combinarían y no parecería que tuvieran significados separados en ellos mismos (MacNeigale, 1998).

En los driles solamente las vocalizaciones típicas de especie de cohesión grupal –que hemos considerado palabras– pueden emitirse de una forma que podría considerarse en cierto sentido como una flexión de las unidades. Es decir, que a partir de una unidad fundamental, se van añadiendo partes a la vocalización, mediante procesos de adición, reiteración o alargando la unidad con cambios rápidos de frecuencia (FM) para matizar su contexto (figura 1). En dicha figura se observan 5 vocalizaciones diferentes dentro del tipo CC:

- **Ka**: el emisor manda un mensaje de afinidad a un dril cercano.
- **Doble ka** (reduplicación): el emisor manda un mensaje de afinidad intensificado a un dril cercano.
- **Kak** (reiteración): cualquier dril manda un mensaje de cohesión a un dril no tan cercano.

- **cc** (reiteración y alargamiento de una unidad): un dril hembra de la matrillina dominante manda un mensaje de cohesión a larga distancia o a un dril separado del grupo.

- **cc** con subarmónicos (reiteración, alargamiento de una unidad y FM): sólo la hembra dominante del grupo de driles manda un mensaje de cohesión a larga distancia con estas características acústicas.

Observamos que al alargar, reduplicar y variar la frecuencia de la unidad se matiza el significado que se transmite. Aunque la función general de dichas vocalizaciones es la cohesión grupal, el contexto que transmiten ofrece una información más detallada al receptor que escucha dicho mensaje.

Discusión

El hombre desde una perspectiva semiótica está mucho más cercano a los animales de lo que la tradición filosófica y humanística nos ha hecho creer. Veamos los principios generales de los códigos humanos:

a) El hombre, como la mayoría de animales, tiene a su disposición una variedad de códigos (lenguaje corporal, lengua hablada).

b) Cada uno de ellos se caracteriza por tener una expresión particular, y

c) Por estar especializado en expresar clases particulares de contenidos, aunque a veces con algunas interferencias importantes entre un código y otro.

d) El hombre utiliza frecuentemente estos códigos en combinaciones distintas y simultáneas.

Tiene a su disposición un código realmente especial: las lenguas verbales. Este código tiene la propiedad de contar con una expresión fónico-acústica, compuesta de sonidos producidos por el aparato fonador y destinados a ser recibidos por el aparato auditivo. Pero tengamos en cuenta que el habla humana no tiene un órgano específico fonador y el hecho de que las lenguas tengan una expresión fónico-acústica, donde el trabajo de ciertos órganos produce los sonidos y el aparato auditivo los capta, es el resultado de un largo y complejo proceso de evolución (revisión en Martín, 2005).

Desde la lingüística, se insiste en el hecho de que la función primaria del lenguaje es la representación conceptual, más que la comunicativa, y nos dicen que sería difícil atribuir al lenguaje una emergencia evolutiva a partir de las nuevas estrategias de cooperación social. Pero el lenguaje –incluso su nivel representacional– es intrínsecamente social, y pudo haber evolucionado fundamentalmente bajo presiones sociales selectivas. Según Deacon (1997) el lenguaje pudo emerger a la vez que los contratos sociales.

Según Seyfarth *et al.* (2005), experimentos de campo recientes demuestran que los papiones tienen un conocimiento social de sus relaciones con sus compañeros basado en rasgos discretos. Estos se combinan para crear una representación de sus relaciones sociales, las cuales están estructuradas jerárquicamente con sus normas de direccionalidad. Establecen redes competitivas y cooperativas en función de su situación jerárquica dentro del grupo. Además sus vocalizaciones pueden considerarse proposicionales (*Sylvia is threatening Hannah and this is causing Hannah to scream*) y proporcionan información sobre diversos aspectos sociales: identidad, sexo, rango y parentesco. Los mecanismos subyacentes al lenguaje pudieron evolucionar a partir de habilidades cognitivas preexistentes, como pudo ser el conocimiento social de nuestros ancestros prelingüísticos.

Diversas escuelas semióticas defienden el papel fundamental de la intención de influir en la conducta del otro en la demarcación de lo que es comunicación (intencional) y la simple transmisión de información o significación (no intencional). Según Riba (1990), en el estudio de la comunicación animal se han de incluir fenómenos de transmisión de la información marcados por la intención de comunicar del emisor y por la respuesta del receptor, las cuales impliquen un reconocimiento del mensaje intencional.

Los primates, como muchas otras especies, tienen unas exhibiciones comunicativas ritualizadas filogenéticamente que informan al resto del grupo y, a la vez, a los conoespecíficos, sobre su localización, su identidad y su humor. Así mismo, usan señales comunicativas que implican, en algún grado, aprendizaje durante la ontogenia y modulan un uso flexible en diferentes contextos (Cheney y Seyfarth, 1990). Estas vocalizaciones son funcionalmente semánticas, ya que transmiten información sobre objetos o sucesos del ambiente externo. Recordemos algunos ejemplos ya clásicos:

- La llamada que representa la comida en macacos (Dittus, 1984). En libertad, cuando los *Macaca sinica* encuentran una fuente de alimentos abundante y de alta calidad, emiten vocalizaciones con el resultado de que el resto del grupo acude rápidamente al lugar.

- El diferente repertorio de alarma en *Cercopithecus aethiops* (Struhsaker, 1967; Seyfarth *et al*, 1980) o en *Lemur catta* (Macedonia, 1993). Estas especies usan diferentes vocalizaciones que señalan diferentes tipos de depredadores (aéreos, terrestres...), lo que evoca una respuesta adaptativa de huida diferente. La respuesta de huida es independiente de que hayan visto o no al depredador.

- Las señales referenciales de factores sociales en *C. aethiops* (Cheney y Seyfarth, 1980) o en *Papio cynocephalus ursinus* (Cheney *et al*, 1995; Seyfarth *et al*, 2005) tienen la función de modular el espacio intergrupar y la cohesión de grupo. Cuando un compañero oye una vocalización de este tipo (*grunt*), está informado de toda una serie de detalles de la conducta social que le rodea, como el grado de parentesco o el rango jerárquico, o de si la aproximación se efectúa con una intención amistosa o reconciliatoria.

- Los chillidos que se dan en contexto anagnóstico (*scream calls*) en *Macaca mulatta* informan sobre el rango del atacante y la severidad del ataque recibido. En estas señales, hay un reconocimiento de la señal por sus propiedades acústicas, más que una asociación de la misma con la conducta que acompaña al individuo que la emite o a su nivel de excitación (*arousal*). Al mismo tiempo, tienen la función de reclutar aliados (Gonzoules *et al*, 1984). Un grito humano es instintivo, pero es una expresión fónica no simbólica. Es una expresión de desahogo de una determinada emoción y, en un cierto sentido, forma parte de la emoción en sí misma. Estos gritos instintivos no representan comunicación en un sentido estricto, sino más bien expresión. En cambio, en los primates se ha demostrado que los chillidos tienen una función comunicativa importante.

Se puede concluir que cuando un primate escucha una vocalización de este tipo, se forma una representación de lo que la llamada significa. Si escuchan otra a continuación, evalúan y comparan las dos vocalizaciones sobre la base de sus conocimientos, y no solamente por las propiedades acústicas antes de dar una respuesta. En tanto que podríamos definir la palabra, en un sentido amplio, como una señal o etiqueta fónica que caracteriza un concepto, podríamos también considerar que las vocalizaciones anteriormente descritas actúan como *palabras*. En cambio, los *gestos fónicos* son señales que refuerzan la intención. Se podría decir que la vocalización aumenta la capacidad de impresionar la atención del dril que escucha. Podría ser que los primeros homínidos utilizaran gestos comunicativos, pero progresivamente fue necesaria una estructuración que propició la aparición de ciertas palabras.

Evidentemente, a pesar de las numerosas similitudes encontradas, las diferencias son muchas e importantes. Los primates no transmiten en pasado o futuro, sólo en presente. Sus vocalizaciones pueden tener un significado conceptual, pero no pueden transmitir un recuerdo agradable. Mientras que las llamadas de los animales atraen la atención hacia objetos y hechos concretos en el entorno del animal, las palabras humanas resaltan muchas cosas más, incluyendo objetos, aspectos abstractos y cualquier cosa que pueda generar nuestra imaginación. La capacidad del hombre para elaborar continuamente códigos distintos para usos nuevos es uno de los recursos más extraordinarios,

y es también una de las razones más evidentes que lo hacen diferente del resto de animales. El hombre no es sólo un usuario de códigos, sino también un creador de códigos, mientras que las especies animales no tienen la capacidad de elaborar otros nuevos respecto a aquéllos de los que están dotados genéticamente. Sin duda que la capacidad humana de imitación vocal desempeñó un papel importante hacia una ampliación del código vocal. Sabemos que los códigos de los animales son cerrados, es decir, que tienen una lista limitada o cerrada de mensajes (serían como frases hechas). En cambio, las lenguas son sistemas productivos porque permiten al usuario producir e interpretar mensajes nuevos ilimitadamente diferentes, con tal de que formen parte del ámbito de las reglas de la misma lengua. Las lenguas tienen capacidad de reutilizar hasta el infinito su material. A partir de un elemento cualquiera (sonido, sílaba, palabra, etc.) consisten combinaciones de ilimitada variedad.

Las lenguas verbales humanas tienen capacidad metalingüística, es decir, que pueden parafrasearse ilimitadamente a sí mismas, pueden “hablar de sí mismas”, mientras que otros códigos no pueden hacerlo. Esta capacidad permite la aparición de la lingüística, que no es más que una formalización de los usuales interrogantes sobre el lenguaje. En lingüística el objeto de estudio y el instrumento para estudiarlo son exactamente idénticos.

A pesar de la distancia entre la comunicación vocal de los primates y la de los humanos, la comprensión de la filogenia del lenguaje oral pasa por el estudio de nuestros parientes evolutivos. En el decurso de este artículo, hemos constatado la valiosa información que se obtiene al estudiar la comunicación vocal de los primates desde un enfoque lingüístico y comprobar que existen muchos mecanismos coincidentes.

REFERENCIAS

- Aich, H., Moos-Heilen, R. y Zimmermann, E. (1990). Vocalizations of adult Gelada baboons (*Theropithecus gelada*): Acoustic Structure and behavioural context. *Folia primatologica*, 55, 109-132
- Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (2000). *La especie elegida* (2ª ed.). Madrid: Temas de Hoy.
- Bolinger, D.L. (1964). Intonation across languages. En J.H. Greenberg, C.A. Ferguson y E.A. Moravcsik (Eds.), *Universals of Human Language*, Vol. 2. *Phonology*. (pp. 471-524). Stanford, CA: Stanford University Press.
- Butynski, T.M. y Koster, S.H. (1989). *The Status and Conservation of Forests and Primates on Bioko Island (Fernando Poo)*, Equatorial Guinea WWF-U.S Report, 64 Pp.
- Cheney, D.L. y Seyfarth, R. (1990). *How monkeys see the world*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cheney, D.L., Seyfarth, R.M. y Silk, J.B. (1995). The role of grunts in reconciling opponents and facilitating interactions among adult female baboons. *Animal behaviour*, 50, 249-257.
- Deacon, T.W. (1997). *The symbolic species*. New York: Norton.
- Dittus, W. (1984). Toque macaque food calls: Semantic communication concerning food distribution in the environment. *Animal behaviour*, 32, 470-477.
- Fisher, J., Cheney, D.L. y Seyfarth, R.M. (2000). Development of infant baboons' responses to grades bark variants. *Proceedings of the Royal Society of London*, 267, 2317-2321
- Fitch, W.T. (1994). *Vocal Tract Length Perception and the Evolution of Language*. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Cognitive and Linguistic Sciences at Brown University
- Fitch, W.T. (1997). Vocal tract length and formant frequency dispersion correlate with body size in rhesus macaque. *Journal of Acoustical Society of America*, 102, 1213-1222
- Fitch, W.T. (2000). The evolution of speech: A comparative review. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, (7), 258-267.

- Fitch, W.T. (2002). Comparative vocal production and the evolution of speech: Reinterpreting the descent of the larynx. En A. Wray (Ed.), *The transition to language*. Oxford: Oxford University Press.
- Gartlan, J.S. (1970): Preliminary notes on the ecology and behavior of the drill *Mandrillus leucophaeus*, Ritgen, 1824. En J.R. Napier y P.H. Napier (Eds.), *Old world monkeys: evolution, systematics and behavior* (pp 445-480). New York: Academic Press,
- Gonzoules S., Gouzoules, H. y Marler, P. (1984). Rhesus monkey (*Macaca mulatta*) screams: Representational signaling in the recruitment of agonistic aid. *Animal behaviour*, 32, 182-193.
- Green, S. (1975). The variation of vocal pattern with social situation in Japanese monkey (*Macaca fuscata*): A field study. En L. Roseblum (Ed.), *Primate behaviour* (pp. 1-102). New York: Academic Press.
- Hauser, M.D. (1992). Articulatory and social factors influence the acoustic structure of rhesus monkey vocalizations: A learned mode of production? *Journal of Acoustical Society of America*. 91 (4), 2175-2179.
- Hauser, M. D., Evans, C.S. y Marler, P. (1993). The role of articulation in the production of rhesus monkey, *Macaca mulatta*, vocalizations. *Animal behaviour*, 45, 423-433.
- Hespos, S.J. y Spelke, E.S. (2004). Conceptual precursors to language. *Nature*, 430, 453-456.
- Kudo, H. (1987). The study of vocal communication of wild mandrills in Cameroon in relation to their social structure. *Primates*, 28 (3), 289-308.
- Lieberman P. (1995). What primate calls can tell us about human evolution. En E. Zimmermann *et al.* (Eds.), *Current topics in primate vocal communication* (pp. 273-82). New York: Plenum Press.
- Macedonia, J.M. (1993). The vocal repertoire of the ringtailed lemur (*Lemur catta*). *Folia primatologica*, 61, 186-217.
- Martín, M (2004). *Estudi de la comunicació vocal en drills (Mandrillus leucophaeus) en captivitat*. Tesis doctoral no publicada, Universitat de Barcelona.
- Martín, M. (2005). Aportación de los driles (*Mandrillus leucophaeus*) al estudio de la comunicación vocal en primates. *Revista de Neurología*, 41, 17-23.
- Martínez Celdrán, E. (1996). *El sonido en la comunicación humana. introducción a la fonética*. Barcelona: Octaedro.
- Martos, J.M. (1999). La traducció de l'onomatopeia. En J. L. Martos (Ed.), *La traducció del discurs*. Publicacions de la Universitat d'Alacant.
- MacNeilage, P.F. (1998). The frame/content theory of evolution of speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 499--511.
- Morton, E. (1994). Sound symbolism and its role in non-human vertebrate communication. En L. Hinton, J. Nichols y J. Ohala (Eds.), *Sound symbolism* (pp. 348-365). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ohala, J. (1984). An ethological perspective on common cross-language utilization of F0 in voice. *Phonetica*, 41, 1-16.
- Ohala, J. (1994). The frequency code underlies the sound-symbolic use of voice pitch. En L. Hinton, J. Nichols y J. Ohala (Eds.), *Sound symbolism* (pp. 325-347). Cambridge: Cambridge University Press.
- Owren, M.J. y Rendall, D. (2001). Sound on the rebound: Bringing form and function back to the forefront in understanding nonhuman primate vocal signals. *Evolutionary Anthropology*, 10, 58-71.
- Piston, W. (1955). *Orchestration*. New York: W.W. Norton.
- Range, F. y Fischer, J. (2004). Vocal Repertoire of Sooty Mangabeys (*Cercocebus torquatus atys*) in the Tai National Park. *Ethology*, 110, 301—321.
- Rendall, D., Rodman, P.S. y Emond, R.E (1996). Vocal recognition of individuals and kin in free-ranging rhesus monkeys. *Animal Behaviour*, 51, 1007-1015
- Riba, C. (1990). *La comunicació animal. un enfocament zoosemiòtic*. Barcelona: Anthropos.
- Rimsky-Korsakov, N. (1964). *Osnovy orkestrovki*. Moscow, 1891. Berlin: Edition Russe de Musique, 1922. (Translated by Edward Agate as *Principles of Orchestration*. Reprinted New York: Dover Publications, 1964.)
- Sapir, E. (1985). *El llenguatge. introducció a l'estudi de la parla.*, Barcelona: Empúries. (Original, 1921)
- Seyfarth R.M. y Cheney, D.L. (1986). Vocal development in vervet monkeys. *Animal Behaviour*, 34, 1640-1658.
- Seyfarth R.M., Cheney, D.L. y Bergman (2005). Primate social cognition and the origins of language. *Trends in Cognitive Sciences*. 9, (6), 264-266
- Seyfarth, R.M., Cheney, D.L. y Marler, P. (1980). Vervet monkeys alarm calls: Semantic communication in a free-ranging primate. *Animal Behaviour*, 28, 1070-1094
- Simone, R. (1993). *Fundamentos de lingüística*. Barcelona: Ariel Lingüística (2ª ed.: 2001).
- Struhsaker, T.T. (1967). Auditory communication among vervet monkeys (*Cercopithecus aethiops*). En S.A. Altmann (Ed), *Social communication among primates*. Midway reprint: The University of Chicago press.
- Weiss, D.J. y Hauser, M.D. (2002). Perception of harmonics in the combination long call of cotontop tamarins, *Saguinus oedipus*. *Animal Behaviour*, 64, 415-426.