

**BARRA DE EXPLOSIÓN, VOT Y FRECUENCIA DE LAS
OCLUSIVAS SORDAS DEL CASTELLANO.**

LLUÍS ASENSI, SÍLVIA PORTOLÉS Y ANTONI DEL RÍO
Laboratori de Fonètica
Universitat de Barcelona

RESUMEN

Este trabajo parte de la hipótesis de que hay ciertas cualidades acústicas intrínsecas de las consonantes oclusivas sordas del castellano, a saber, la duración de la barra de explosión, el VOT y la frecuencia en la máxima amplitud de la barra de explosión, que sirven para caracterizarlas y distinguirlas unas de otras. Se ha contado con la participación de seis informantes adultos: tres masculinos y tres femeninos; a quienes se ha hecho pronunciar diversas series de secuencias bisílabas con objeto de obtener información sobre el comportamiento de dichas oclusivas, con un total de 720 registros. De acuerdo con los resultados de los análisis realizados, se pueden extraer las siguientes conclusiones: la duración de la barra de explosión no parece relevante para distinguir entre las tres oclusivas sometidas a estudio; el VOT es, en su valor medio, una característica de cada oclusiva aunque hay solapamiento en sus respectivos rangos de valores; la frecuencia en la máxima amplitud es marcadamente distintiva en sus valores medios y el solapamiento de sus valores extremos es menor; considerando simultáneamente VOT y frecuencia, se obtiene la más clara y distinta identificación entre las tres oclusivas, con porcentajes próximos al 100%.

ABSTRACT

This paper starts out from the hypothesis that there are certain intrinsic acoustic properties in Spanish voiceless stops -namely, the duration of the burst, VOT and the frequency at the maximum amplitude peak of the burst-, which allow the characterization and discrimination of place of articulation. A total of six native speakers of Spanish -three male and three female- produced various series of bisyllabic sequences. A total of 720 items were obtained. The acoustic analysis of the speech materials revealed the following: the duration of the burst does not seem to be relevant for the discrimination of the three stops; the VOT values for the three stops overlap and the average frequency value at the maximum amplitude peak of the burst is clearly distinctive. Taken together, VOT and frequency of the burst

discriminate place of articulation of Spanish stops with almost a 100% accuracy.

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro trabajo parte de la hipótesis -que ciertamente es ya más que una hipótesis porque ha sido verificada en reiteradas ocasiones- de que hay ciertas cualidades acústicas, digamos "intrínsecas", de las consonantes oclusivas que sirven para caracterizarlas y distinguirlas claramente unas de otras. Y decimos cualidades intrínsecas sólo en cuanto a no relacionadas con o no dependientes de las transiciones desde y hacia las vocales contiguas, puesto que tales cualidades no quedan, ni ello sería posible, desligadas totalmente del contexto vocálico. Las características estudiadas se refieren exclusivamente a las oclusivas sordas y son las siguientes: 1, la duración de la barra de explosión; 2, el tiempo transcurrido entre el primer instante de la barra de explosión y el momento de inicio de vibración de las cuerdas vocales¹; 3, la frecuencia a la que se produce la máxima intensidad de la barra de explosión.

Como hemos anticipado de paso poco más arriba, abundan desde hace muchos años los precedentes de que se ha sometido a experimentación nuestra hipótesis inicial en cualquiera de sus tres aspectos, como se puede comprobar consultando Kent and Read (1992), pp. 110-115. Los precedentes más antiguos que hemos encontrado de, por ejemplo, el tercer parámetro que nosotros estudiamos, son Liberman, Delattre and Cooper (1952), y especialmente Halle, Hughes and Radley (1957). Por lo tanto, no podemos pretender que aportemos grandes novedades a un estudio experimental ya casi tradicional. Sólo creemos que se pueda encontrar alguna originalidad en el tratamiento simultáneo de los tres parámetros

¹ Entendemos aquí el término *voice onset time* como 'momento de inicio de la sonoridad' -la versión corriente 'tiempo de emisión de la voz' nos parece desastrosa-, traducción para la cual, por otra parte, preferimos no proponer un anagrama propio, de manera que seguiremos el uso casi generalizado y nos referiremos a dicho término mediante sus siglas en inglés.

citados, poco frecuente al menos en trabajos anteriores, en la experimentación con datos del castellano en vez del inglés, hecho también poco frecuente, y en el uso de ciertas fórmulas y funciones previas al verdadero tratamiento estadístico; de las cuales hablaremos en el apartado dedicado a los resultados.

2. MÉTODO

Hemos contado con la colaboración de seis informantes adultos, todos con titulación universitaria de varias especialidades y de edades diversas. Los informantes leyeron la siguiente lista de secuencias bisílabas para grabar a razón de cuatro veces cada una:

papa	pepe	pipi	popo	pupu
tata	tete	titi	toto	tutu
kaka	keke	kiki	koko	kuku

Los mencionados informantes fueron tres masculinos (J, L, T) y tres femeninos (I, S, V), a quienes, como ya hemos adelantado, queríamos hacer pronunciar quince series de cuatro secuencias bisílabas idénticas cada serie; debían ser bisílabas con objeto de obtener información sobre el comportamiento de las oclusivas en posición inicial e intervocálica; y más de tres veces para poder desechar la cuarta de cada serie y evitar los problemas del descenso de tono característico del final de enunciación sin reducción significativa de la cantidad de datos recogidos. Se ha obtenido, por tanto, un total de 540 registros, con la siguiente distribución:

270 de oclusiva inicial	270 de oclusiva intervocálica		
270 de informantes masculinos	270 de informantes femeninos		
36 de cada oclusiva con cada una de las cinco vocales castellanas			
180 de [p]	180 de [t]	180 de [k]	
108 de [a]	108 de [e]	108 de [i]	108 de [o]
108 de [u]			
90 de cada informante			

A la hora de plantear el experimento, hemos procurado que las tres oclusivas sordas [p], [t] y [k] se encontraran rodeadas, cada una de ellas repetidas veces, por los cinco fonemas vocálicos del castellano en secuencias emitidas tanto por voces femeninas como por voces masculinas. No hemos probado de insertar las consonantes en cuestión entre vocales diferentes, y no hemos tenido en cuenta la posición del acento, porque estas variables no parecen, en principio, tener influencia en las distinciones estudiadas, aunque todas ellas deberían ser controladas en un trabajo que intentara confirmar o rebatir nuestros resultados y conclusiones. También quedaría para ulteriores trabajos el realizar una prueba de reconocimiento auditivo, si hubiera interés en someter estos resultados al juicio del oído humano.

La medición de la duración de la explosión se ha realizado en el sonograma anotando la distancia en mseg entre los dos extremos del grosor de la barra correspondiente. El VOT se ha medido también en el sonograma como la separación en mseg entre el inicio de la barra de explosión y el de la sonoridad, manifestada ésta por la banda de bajas frecuencias que aparece en la parte inferior de cada sonograma. La frecuencia en la amplitud máxima de la explosión se ha medido en Hz a partir del promedio de toda su duración.

Las grabaciones se efectuaron en la cabina insonorizada del Laboratori de Fonètica de la Facultat de Filologia de la Universitat de Barcelona. El análisis acústico de los parámetros 1 (barra de explosión) y 2 (VOT) se hizo con un programa CSL versión 5.05, que estaba instalado en un ordenador PC conectado con el aparato CSL modelo 4300B. El parámetro 3 (frecuencia) fue analizado, a causa de ciertas dificultades técnicas con el CSL, mediante el espectrógrafo DSP SonaGraph™ modelo 5500. Tanto el programa y el aparato CSL como el sonógrafo aludido son de la casa Kay Elemetrics Corp, Pine Brook, New Jersey 07058. Las gráficas y las tablas se han obtenido mediante la hoja de cálculo Excel de Microsoft. Los cálculos estadísticos han sido ejecutados por el programa SPSS versión 6.0 para Windows.

Se expresa la frecuencia de la máxima amplitud de la explosión -en adelante la llamaremos simplemente "frecuencia" (frec.)- en Hz, la duración de la barra de explosión -en adelante la llamaremos a menudo simplemente "explosión"(dur. expl.)- en mseg, y el tiempo transcurrido entre el principio de la barra de explosión y el comienzo de los pulsos glotales -en adelante "VOT" (dur. vot)- en mseg.

3. RESULTADOS

3.1. Cuestiones generales

En principio, las barras de explosión aisladas son muy similares para las tres oclusivas y creemos que sus variaciones de duración son debidas aleatoriamente a la intensidad de la marca en el sonograma, correspondiente a la amplitud de la señal y no relacionada en concreto con uno u otro tipo de articulación. La duración media de la explosión es de 5 a 6 mseg. [k] tiene tendencia a mostrar en apariencia más de una barra de explosión, frecuentemente dos y algunas veces incluso tres (véase figura 5). Si se trata de verdaderas barras de explosión, es posible que el fenómeno se deba a que, a causa de la gran superficie de contacto mutuo, la lengua se separa del paladar no simultáneamente en todos los puntos afectados, sino en dos o tres etapas sucesivas. También [t] genera algunas barras dobles, quizás por un fenómeno parecido en la zona correspondiente. En nuestras mediciones, pensando en la posible presencia de un factor distintivo, hemos anotado la duración de la explosión como el lapso de tiempo transcurrido entre el inicio de la primera barra y el fin de la misma si sólo hay una, o bien el fin de la última en el caso de barras múltiples. De este modo, la duración media de la explosión de [p], que no presenta este fenómeno, es de 5,6 mseg, la de [t] aumenta a 7 mseg y la de [k] pasa a 14,2 mseg, aunque la desviación estándar aumenta por la presencia de barras simples, dobles y triples en la muestra.

El VOT es notablemente característico de cada oclusiva: los tiempos medios observados son de 14,7 mseg para [p], 20,2 mseg para

[t] y 35,4 mseg para [k]. Si se deduce el tiempo de explosión tendríamos respectivamente 9,1, 13,2 y 21,2 mseg de duración media.

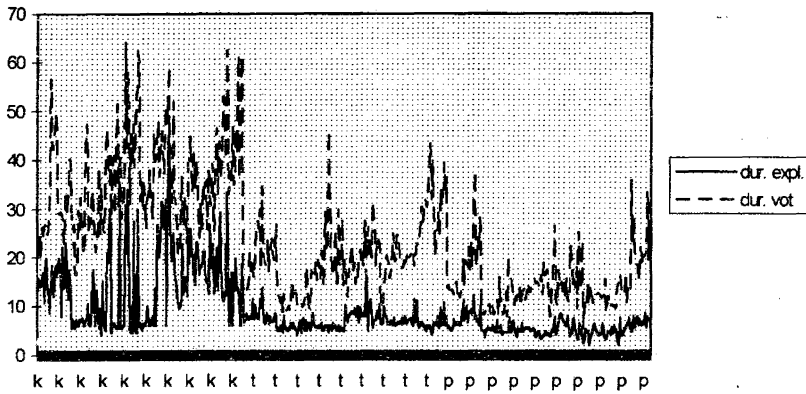


Fig. 1. Explosión y VOT comparados de las tres oclusivas; datos ordenados por informantes y vocales

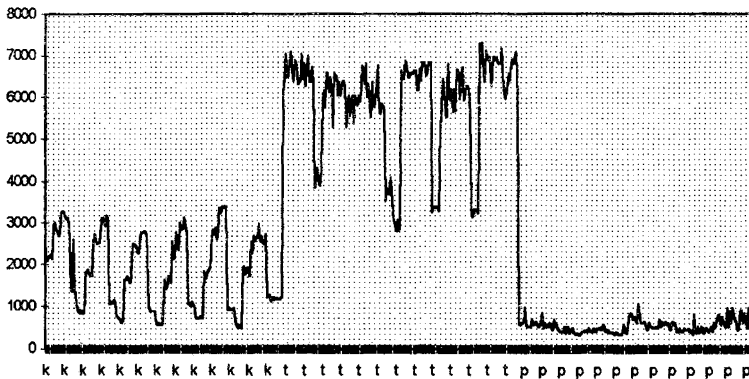


Fig. 2. Frecuencia comparada en las tres oclusivas; datos ordenados por informantes y vocales

La frecuencia en la amplitud máxima de la explosión ha aparecido como factor caracterizador importante. La media para [p] es de 535 Hz, mientras que para [k] es de 1866 Hz y para [t] de 5901 Hz. Se ha visto la notable influencia de la vocal siguiente en este parámetro, especialmente para [k] (véase figura 3). En las [t] seguidas de [u] es característico el descenso de frecuencia, que se sitúa entonces en una media de 4732 Hz. En [k] la frecuencia es muy dependiente de la vocal con la que se articula, como muestran sus diversos promedios: para [ka] 1817 Hz; para [ke] 2592 Hz; para [ki] 2989 Hz; para [ko] 1159 Hz; para [ku] 773 Hz. En cuanto a [p], se ve poco influida por la vocal siguiente, aunque sus valores son ligeramente más altos ante [a] y [u] (unos 570 Hz) y bajan ante [i] a la media de 487 Hz. (véanse figuras 4 y 5).

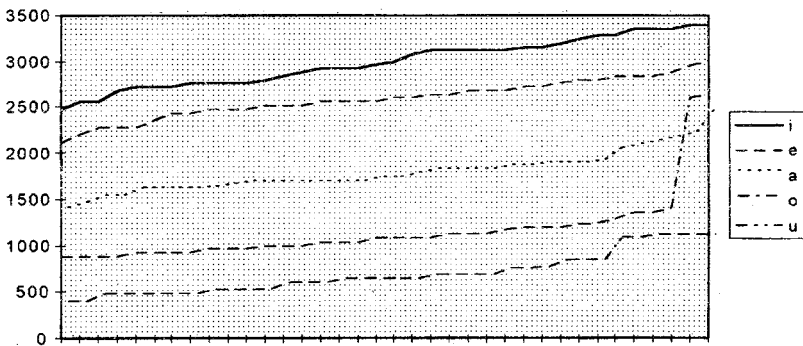


Fig. 3. Frecuencias de [k] según vocal siguiente

A propósito de la frecuencia, creemos que los grafismos obtenidos al imprimir un sonograma proporcionan el contraste necesario para estimarla con suficiente precisión cuando la pantalla del ordenador o del sonógrafo no lo permiten, método no empleado en nuestro trabajo, pero que sugerimos como posible. Las muestras de sonogramas de la figura 5 permiten deducir además que, en caso de explosión múltiple, la máxima amplitud en la frecuencia esperada corresponde a la última barra.

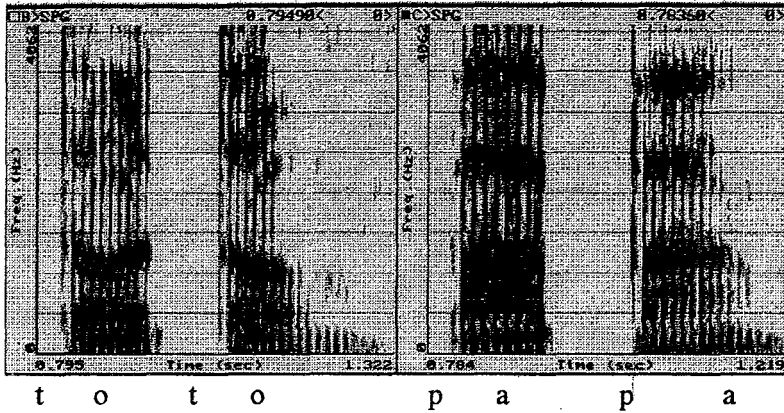


Fig. 4. Sonogramas de [toto] y [papa]

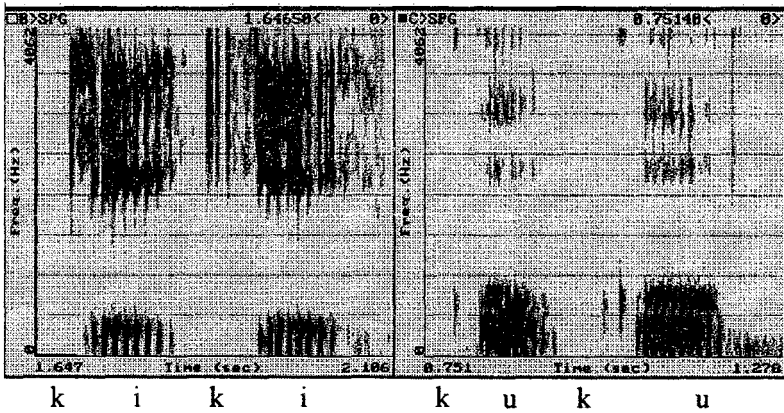


Fig. 5. Sonogramas de [kiki] y [kuku]

Conviene destacar en este punto que la cuarta secuencia bisílaba de cada serie, que hemos desechado para nuestro estudio, si bien presenta de forma constante una menor amplitud en el oscilograma, especialmente la última sílaba, ha sido objeto también de medición y ponderación. Las medias de los diversos parámetros no sufren alteraciones significativas si se consideran los datos de 540 sonidos -

contando sólo las tres primeras secuencias de cada serie- o los de 720 - contando absolutamente todas las secuencias-, por lo que creemos que los resultados del estudio serían extrapolables a la última sílaba de un enunciado. Consideramos este dato esperanzador, pues en toda emisión del habla hay que contar con una última sílaba, y así parece que ésta podrá ser analizada en la misma forma que las demás en lo tocante a las características de las oclusivas sordas. De hecho, en unos pocos casos en los que la grabación no permitía determinar alguno de los parámetros, como en los de ausencia de barra de explosión en el sonograma, hemos sustituido la secuencia correspondiente por la cuarta de la misma serie.

Los datos de VOT (Fig. 6) y frecuencia (Fig. 7), representados en forma ordenada ascendente por valores para cada secuencia y con las curvas correspondientes superpuestas, nos permiten comprobar que no hay diferencias sensibles entre las cuatro secuencias.

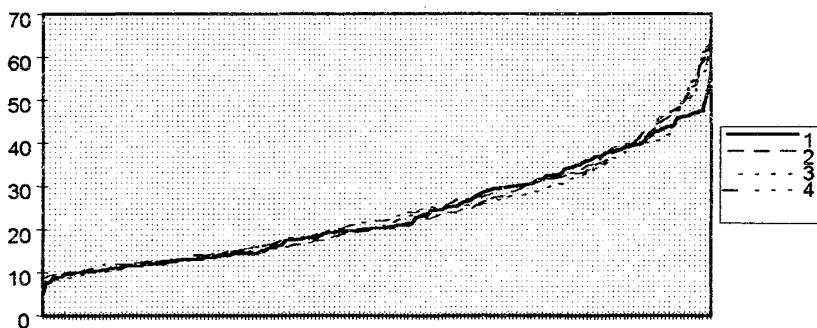


Fig. 6. VOT ordenado por duración en las cuatro secuencia

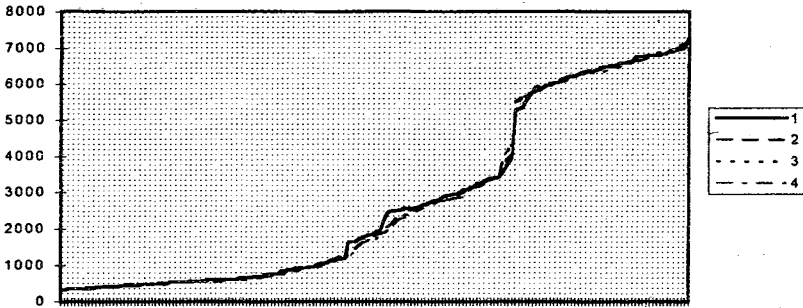


Fig. 7. Frecuencia ordenada por Hz en las cuatro secuencias

Tampoco en los datos de VOT y frecuencia relativos a las oclusivas producidas como inicio de palabra encontramos diferencias con respecto a las situadas entre vocales. Los datos hablan por sí mismos si los representamos en forma ordenada para cada posición en la palabra y superponemos las curvas (véanse fig. 8 y 9), de forma semejante a los gráficos expuestos arriba (fig. 6 y 7).

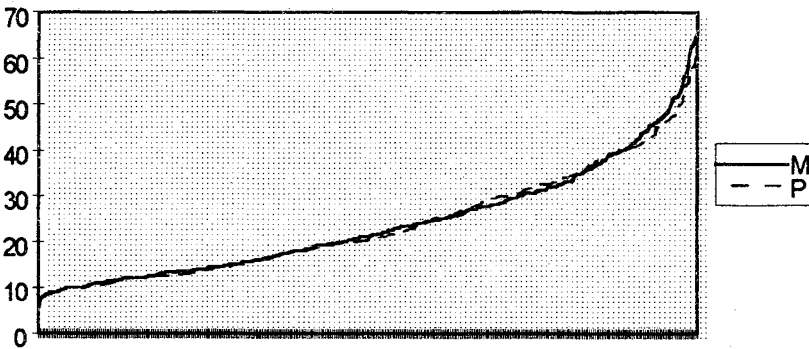


Fig. 8. VOT inicial (P) o intervocálico (M)

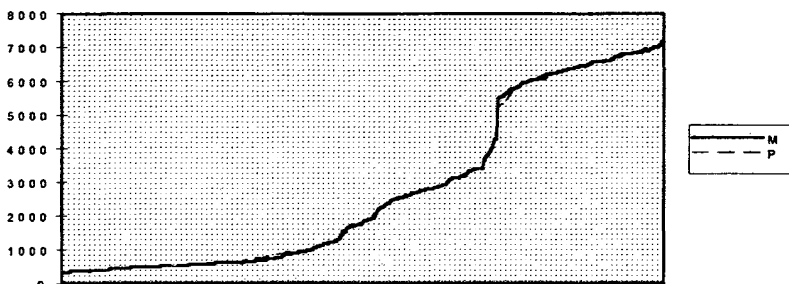


Fig. 9. Frecuencia inicial (P) o intervocálica (M)

Diferencias entre informantes. Se aprecian diferencias según el sexo de los informantes, que influyen tanto en frecuencias como en tiempos. Indicamos aquí las diferentes medias para las oclusivas:

	<u>hombres</u>	<u>mujeres</u>
[p]		
explosión (mseg)	4,8	6,4
VOT (mseg)	11,9	17,4
frecuencia (Hz)	451	619
[k]		
explosión (mseg)	12,9	15,5
VOT (mseg)	34,1	36,8
frecuencia (Hz)	1794	1939
[t]		
explosión (mseg)	6,2	7,8
VOT (mseg)	17,0	23,4
frecuencia (Hz)	5535	6268

La univocidad de los datos permite concluir que los informantes masculinos producen explosiones y VOT más breves y frecuencias más bajas (véanse Fig. 10 y 11).

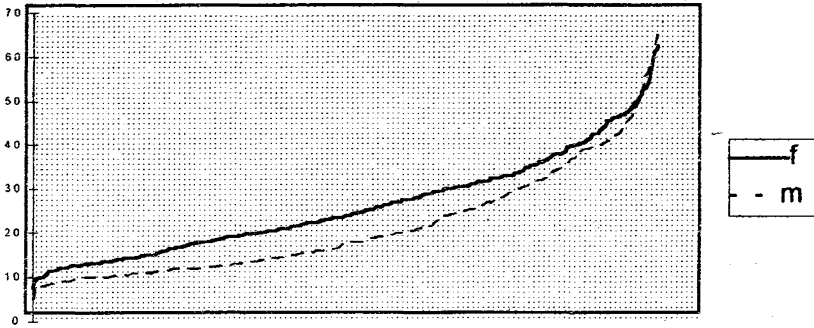


Fig. 10. VOT según sexo de los informantes

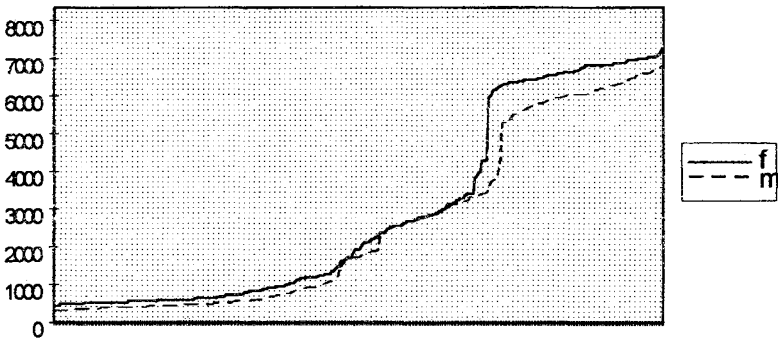


Fig. 11. Frecuencia según sexo de los informantes

Por otra parte, en los valores concretos de [k] se registran variaciones notables individuales entre los informantes, como vemos en la figura 12, donde hemos ordenado los valores en Hz para cada uno de ellos en función de la vocal siguiente (de izquierda a derecha a, e, i, o, u).

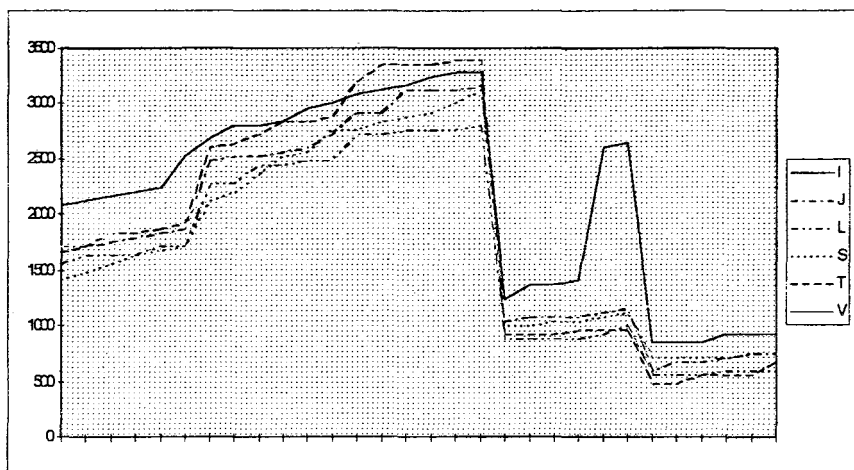


Fig. 12. Frecuencias de [k] según informante

3.2 Discriminación aritmética de las oclusivas

Antes de someter los datos a discriminación estadística, hemos efectuado un intento de discriminación por medios aritméticos. Para ello hemos tomado en consideración los valores máximos y mínimos hallados:

	<u>explosión (mseg)</u>	<u>VOT (mseg)</u>	<u>frecuencia (Hz)</u>
[p]	1,9 - 12,2	5,1 - 37,7	320 - 1040
[k]	4,0 - 49,0	17,4 - 64,2	480 - 3400
[t]	4,0 - 17,4	8,5 - 46,0	2800 - 7320

En una primera consideración, vemos que las frecuencias inferiores a 2000 Hz excluyen a [t] y las superiores excluyen a [p]. Salvo nuevos datos divergentes, las frecuencias inferiores a 450 definen a [p], las situadas entre 1050 y 2790 corresponden a [k] y las superiores a 3400 a [t].

Nos queda el conflicto entre [p] y [k] en la gama de frecuencias de 480 a 1040 Hz, y entre [k] y [t] en las frecuencias de 2800 a 3400 Hz. Un recurso distintivo adicional se encuentra en los diferentes tiempos del VOT de las oclusivas, aunque también tienen franjas comunes.

Discriminación de [p] y [k]. Ordenando los valores de frecuencia de [p] y [k], deberíamos encontrar idealmente una serie de 180 [p] seguida por otra de 180 [k]. Hallamos en cambio 42 intersecciones (11,66%) que abarcan los números de orden 64 a 227: hay 21 [k] en zona de [p] y viceversa. Todos los valores de [k] que interfieren corresponden a [ku]. Hasta la última [p] (puesto 227) solamente aparecen [ku] y [ko].

Para frecuencias inferiores a 2000 Hz, una operación del tipo *frecuencia x VOT x explosión* proporciona un valor que, ordenado por su resultado, permite reducir la zona de interferencia a los números de orden 167 a 194. Sólo se hallan 14 intersecciones (3,89%), con 7 [ku] en la zona de [p].

Si aplicamos la operación $(frecuencia)^2 \times (VOT)^3$, la ordenación según resultado, sitúa las interferencias entre los números de orden 163 y 224, donde hay 10 intersecciones (2,78%), con 5 [ku] en la zona de [p] y sólo [pi], [pu] en la zona de [k]. Además, quedan separados los datos correspondientes a los seis informantes, por lo que, para cualquiera de ellos, considerados por separado, la discriminación es absoluta.

La operación $frecuencia + 20 \times VOT + 10 \times explosión$ da valores que, ordenados, presentan una zona de interferencias situada entre los puestos 157 y 209, también con 10 intersecciones (2,78%). Hay 5 [ku] en la zona de [p] y sólo [pi], [pu] en la zona de [k]. También aquí quedan separados los datos correspondientes a los seis informantes aislados, por lo que, para cualquiera de ellos, considerados por separado, la discriminación es absoluta.

Posiblemente exista una forma de cálculo que permita mayor discriminación, pero corremos el riesgo de encontrar tal vez un cálculo demasiado ad hoc para nuestros datos. Además, no carece de interés el hecho de que sea tan difícil mejorar la discriminación entre [k] ante [u] y [p], como veremos más abajo.

Discriminación de [t] y [k]. Ordenado los valores de frecuencia de [k] y [t], el límite ideal estaría en [k] hasta el puesto 180 y en [t] desde el 181 al 360. No obstante nuestros datos indican interferencias entre los números de orden 148 y 198, con 16 intersecciones (4,44%). Hay 8 [tu] en la zona de [k] y 8 [ki] en la zona de [t]. Hemos comprobado que el cociente entre frecuencia y VOT permite diferenciar [t] y [k] con un notable grado de precisión, aunque confunde [k] y [p], por lo que solamente debería aplicarse a frecuencias superiores a 2000 Hz.

Ordenando según el valor de este cociente, el intervalo de interferencia se reduce a los números de orden 166 a 185, con sólo 6 intersecciones (1,39%): 3 [tu] en la zona de [k] y 2 [ke] y un [ka] en la zona de [t]. Aquí quedan separados los datos correspondientes a todos los informantes aislados, por lo que, para cualquiera de ellos considerado por separado, la discriminación es absoluta.

En muchos casos es conflictiva la baja frecuencia que producen las [u] en la barra de explosión de las consonantes, por lo que se podría mejorar la discriminación considerando este factor. No, sin embargo, entre [pu] y [ku], que tienen zonas de coincidencia de frecuencias porque [u] reduce las frecuencias de [k] y aumenta las de [p]. Quizás se deba, al menos en parte, a esta intersección de zonas de frecuencia la tendencia que han mostrado diversas lenguas a lo largo de su historia a convertir los grupos de sonidos o sonidos complejos [k] ante [u], [kw] y [k^w] -y no solamente las sordas- en [p] -o la labial de la serie correspondiente-: frente al latín **quis, quid, quae, quod**, el osco presenta respectivamente **pis, pid, pai, pod** -formas diversas todas ellas del relativo y del interrogativo en ambas lenguas- (v. Silvestri, 1993, p.437), y es bien sabido que, por ejemplo, del **quattuor** latino deriva el **patru** rumano (v. Lausberg, 1963, p. 340). Semejante cambio tendría,

si nuestros resultados y apreciaciones fueran correctos y extrapolables a más lenguas, no la causa articuladora que se le suele atribuir, sino una causa acústico-perceptiva.

Análisis discriminante por métodos estadísticos

Una primera valoración general se ha efectuado sin considerar las vocales siguientes. El resultado al que hemos llegado es que las dos variables introducidas, VOT y frecuencia, discriminan correctamente en un 94,81% de los casos. El éxito de predictibilidad para [p] es de un 96,1%, para [k] de un 92,2% y para [t] de un 96,1%. En el análisis discriminante ambas variables tienen la misma importancia, puesto que la frecuencia recibe una función canónica de 0,99880 y el VOT de 0,99984. Según la lambda de Wilks, las diferencias entre las medias de los grupos para cada variable son significativas, como se deduce del grado de significación 0, que indica que el discriminante es eficaz.

Otra prueba de que existe una diferencia entre las medias y de la eficacia del discriminante se obtiene a través de la ejecución de ANOVAS unidireccionales, que tienen como variable dependiente las puntuaciones discriminantes de la función 1 y la función 2 y como variables independientes el tipo de oclusivas. Asimismo las ANOVAS nos permiten ejecutar la prueba de Scheffé, donde, de nuevo, se nos informa de la independencia de los tres grupos entre sí en ambas funciones discriminantes.

En la ANOVA que tiene como variable dependiente la función 1 del discriminante, la suma de cuadrados entre grupos dividida por el número de individuos nos da 7,2370, que coincide con el Eigenvalue de la función 1 discriminante, lo que permite otra vez afirmar que el análisis discriminante es correcto.

La segunda valoración atiende a las cinco vocales siguientes por separado. Para la vocal [a] tenemos un 100% de casos correctamente asignados; para [e] igualmente un 100%, y para [i] lo mismo. [o] se

asigna correctamente en un 99,07% de casos, ya que la predicción para [p] es de un 97,2%, y de un 100% para las restantes consonantes. En el caso de [u], las funciones discriminantes clasifican correctamente un 88,89%: para [p] el acierto se da en un 86,1% de los casos, para la [t] en el 100% y en [k] en un 80,6%

4. DISCUSIÓN

La escasa o nula relevancia de una barra de explosión aislada para la distinción de las tres oclusivas entre sí ha sido puesta de relieve por trabajos anteriores, según se puede comprobar en Kent and Read (1992), pp. 110-115.

M. L. Castañeda Vicente (1986), p. 98, da los siguientes valores medios para el VOT de las oclusivas sordas del castellano: 6,5 mseg para [p], 10,4 mseg para [t], 25,7 mseg para [k]. También diversos estudios citados en Kent and Read (1992), pp. 110-115, coinciden con estos resultados, si no en las cifras aproximadas -se trata de experimentos sobre consonantes del inglés-, sí en dar un orden creciente $[p] < [t] < [k]$ para la duración del VOT.

En M. Halle, G. W. Hughes and J. P. A. Radley (1957), no se dan las frecuencias medias ni los valores extremos, sino unas franjas de valores, a saber, de 500 a 1500 Hz para [p], de 1500 a 4000 Hz para [k], y a partir de 4000 Hz para [t], cifras que no coincide totalmente con nuestros resultados -hay que considerar que el citado estudio trata las oclusivas del inglés-, si no es en el orden creciente $[p] < [k] < [t]$ en que aparecen la gran mayoría de los valores. La misma ordenación creciente de zonas de frecuencia dan A. M. Liberman, P. C. Delattre and F. S. Cooper (1952) y otros trabajos citados en Kent and Read (1992), pp. 110-115.

Tampoco vemos diferencias destacables entre las oclusivas iniciales y las intervocálicas. Los valores medios de los parámetros

analizados apenas difieren. En la práctica se pueden considerar las oclusivas independientemente de su posición en la cadena sonora.

5. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados de nuestro experimento y de los distintos análisis realizados, podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. La duración de la barra de explosión no parece relevante para distinguir entre ellas las tres oclusivas sometidas a estudio. Únicamente la repetición de barras, de aparición por otra parte muy aleatoria, puede identificar, cuando se da, la consonante [k] en algunos casos, aunque a veces la presenta también [t].

2. El VOT es, en su valor medio una característica de cada oclusiva, aunque hay solapamiento en sus respectivas gamas de valores.

3. La frecuencia, por su parte, es marcadamente distintiva en sus valores medios y el solapamiento de sus valores extremos es menor.

4. Considerando simultáneamente VOT y frecuencia se obtiene la más clara y distinta identificación entre las tres oclusivas, con porcentajes próximos al 100% en general. La consideración de la vocal siguiente puede contribuir a una separación más nítida.

5. Si se consideran solamente los datos de un mismo informante se puede obtener una discriminación total.

6. BIBLIOGRAFIA

- BISQUERRA ALZINA, R. (1989), *Introducción conceptual al análisis multivariable*, Barcelona, PPU, 1989, cap. 10, pp. 243-286.
- CASTAÑEDA VICENTE, M. L. (1986), "El V. O. T. de las oclusivas sordas y sonoras españolas", en *Estudios de fonética experimental*, II, Barcelona, PPU, 1986, pp. 93-110.
- FRY, D. B. (ed.), *Acoustic Phonetics. A Course of Basic Readings*, Cambridge, CUP, 1976.
- GIANCARLONE, A.; RAMAT, P. (eds.), *Las lenguas indoeuropeas*, Madrid, Cátedra, 1995 (trad. de *Le lingue indoeuropee*, Bologna, Il Mulino, 1993).
- HALLE, M. Y HUGHES, G. W. Y RADLEY, J. P. A. (1957), "Acoustic properties of stop consonants", *Journal of the Acoustical Society of America*, 29, 1957, pp. 107-116, reproducido en Fry (1976), pp. 162-176, y en Lehiste (1967), pp. 170-179.
- KENT, R. D. Y READ, C. (1992), *The Acoustic Analysis of Speech*, San Diego, Singular, 1992.
- LAUSBERG, H. (1963), *Lingüística románica*, I, Madrid, Gredos, 1965, (Biblioteca Románica Hispánica, manuales, 12) (trad. de *Romanische Sprachwissenschaft*, Bde 1 und 2, Berlin, de Gruyter, 2., 1963).
- LEHISTE, I. (ed.), *Readings in Acoustic Phonetics*, Cambridge, MIT, 1967.
- LIBERMAN, A. M., DELATTRE, P. C. Y COOPER, F. S. (1952), "The role of selected stimulus variables in the perception of unvoiced stop consonants", *American Journal of Psychology*, 65, 1952, pp. 497-516, citado por Kent and Read (1992), pp. 110-115.

MARTÍNEZ CELDRÁN, E. (1991), *Fonética experimental: teoría y práctica*, Madrid, Síntesis, 1991 (Lingüística, 6).

SILVESTRI, D. (1993), "Las lenguas itálicas", en Giancarlone y Ramat (1993), pp.421-448.

E.F.E. IX (1998), pp. 221-242