

## ANÁLISIS ACÚSTICO COMPARADO DE LAS FRICATIVAS CASTELLANAS NO SIBILANTES [f] Y [θ] EN REALIZACIONES AISLADAS

SILVIA C. BARREIRO BILBAO

Dpto. de Filologías Extranjeras y sus Lingüísticas  
Facultad de Filología. Edificio de Humanidades  
U.N.E.D. Senda del Rey, 7  
28040 Madrid

En el presente trabajo de investigación se profundiza en las características acústicas de las fricativas castellanas no sibilantes [f] y [θ] en realizaciones aisladas. El estudio se centró en los espectros y espectrogramas y, dado que se trabajaba con habla natural no sintética, se tuvo en cuenta la acción de las variables “informante” y “articulación”. Para la grabación del material se emplearon ocho hablantes masculinos, lo que proporcionó un total de 80 estímulos (40 por fricativa). Los resultados del análisis demostraron que a pesar de la aparente semejanza de los espectrogramas se pueden señalar ciertas diferencias espectrales basadas en la distinta acción de los informantes y las variantes articulatorias. Se aportan así mismo nuevos datos de las frecuencias y amplitudes formánticas del sonido labiodental así como un estudio de la densidad media espectral del sonido dental.

Palabras clave: Fricativas no sibilantes, caracterización acústica: espectrogramas y espectros, formantes y picos espectrales, informante y articulación.

Several experiments have been carried out in order to describe the acoustic characteristics of the Spanish fricatives [f] y [θ] uttered in isolation. As well as examining spectrograms and spectra of these sounds, the effect of variables such as “informant” and “articulation” have also been looked at. 8 male speakers were used as informants, producing 80 stimuli (40 per fricative). The results of the analysis show that, in spite of the clear similarity of the spectrograms, spectral differences can still be noticed among the different informants and the articulatory variants. New values of the formant frequencies and amplitudes of the labiodental sound are also presented together with the description of the power spectral density associated to the dental sound.

Key-words: Non-sibilants fricatives, Acoustic characteristics: spectrograms and spectra, Formants and spectral peaks, Informant and articulation.

### 1. Introducción

Todo análisis acústico de fricativas conlleva una gran dificultad motivada por el carácter esencial de “ruido” que estos sonidos presentan. Por este motivo, la investigación en este campo no cuenta con un número

*Contextos XVII-XVIII/33-36, 1999-2000 (págs. 243-260)*

significativo de trabajos que se centran en su mayoría en las consonantes sibilantes, sonidos menos complejos de analizar que las no sibilantes.

Los primeros estudios se remontan a 1956 cuando Hughes y Halle señalaron, por primera vez, algunas de las características espectrales de dichas consonantes. A partir de ese momento, se han publicado diversos trabajos experimentales sobre las distintas lenguas, entre los que sobresalen P. Stevens (1960), J.M. Heinz (1961), J.M. Heinz y K. Stevens (1961), W. Jassem (1965) y (1968), S.J. Behrens y S.E. Blumstein (1988).

La investigación española<sup>1</sup> no es muy numerosa y, en general, se limita a ofrecer descripciones globales de lo que se percibe en el espectro<sup>2</sup> (presencia de estrías, ausencia de grandes concentraciones o núcleos de energía...). No obstante, en algunos casos, se señalan las frecuencias de los picos espectrales aunque no se detalla su relación en términos de amplitud. Se pueden destacar los trabajos de A.M. Borzone de Manrique (1980) y A.M. Borzone de Manrique y M.I. Massone (1979 y 1981) y A. Quilis (1981 y 1993), entre otros.

Se necesita, por tanto, mayor información sobre las fricativas no sibilantes castellanas [f] y [θ] por lo que se va a profundizar en las características acústicas esenciales que reflejen diferencias reales entre estas dos consonantes y, ya que se va a utilizar habla natural no sintética, se tendrá en cuenta la posible incidencia de dos variables: “informante” y “articulación”.

---

<sup>1</sup> Se incluyen aquellos realizados con el español de Argentina. Asimismo, se tuvo en consideración el estudio llevado a cabo por P.J. Martí i Roca (1986) para el catalán.

<sup>2</sup> La dificultad que supone la descripción de los espectros de las fricativas es un hecho reconocido por los propios investigadores; basta recordar las palabras de P. Stevens sobre la posible arbitrariedad al señalar sus picos espectrales y al definir su tamaño y forma (1960, 140).

## 2. Procedimiento: material, informantes, instrumentación y técnicas de análisis

Se eligieron ocho informantes<sup>3</sup> masculinos para la recopilación del material. Cada fricativa se repitió cinco veces lo que proporcionó un total de 80 estímulos (40 por consonante).

El material se grabó con un Revox B 77 MK II y se analizó, posteriormente, con un sonógrafo KAY 5500 en el laboratorio de Fonética de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de León.

El análisis acústico se realizó mediante el estudio de espectrogramas y de la sección integrada<sup>4</sup> que proporcionan los espectros de potencia. Los espectrogramas tuvieron un rango de frecuencias entre 0 Hz y 16 kHz, con filtros de 600 Hz. En principio se eligió un filtro de 300 Hz porque se tenía constancia de que uno más amplio podía integrar demasiada información bajo una misma zona. Sin embargo, la información obtenida de ese modo no permitió tomar datos precisos. Se consideró, entonces, el hacer uso de un filtro de una banda más ancha, decisión que quedó avalada por el trabajo de J. M. Heinz y K. Stevens (1961), en el que explican cómo los polos de las fricativas aparecen separados por más de 300 Hz, lo cual hace que las concentraciones de energía aparezcan incluso en el espectro con un filtro de 600 Hz.

El rango dinámico del espectrograma fue de 42 dB, con una atenuación de 20 dB, mientras que el del espectro fue de 72 dB y sin atenuación. De este modo, los valores del espectro aparecieron en un rango comprendido entre 0 y -72 dB<sup>5</sup>. La sensibilidad de entrada se fijó en 40 dB.

---

<sup>3</sup> El hecho de que el número de informantes que se utiliza en los análisis acústicos sea muy limitado (entre uno y trece), se debe a que la variable "informante" determina los resultados e introduce importantes variaciones en los espectros por lo que se prefiere un uso muy reducido de ellos.

<sup>4</sup> La diferencia entre la sección integrada y la sección normal radica en que la primera ofrece la media de la zona acotada sobre el espectrograma por los dos cursores en vez de ofrecer el espectro de un punto seleccionado sobre el espectrograma.

<sup>5</sup> Los datos se normalizan a la salida (*output*) máxima del algoritmo FFT, representado en el sonógrafo por  $2^{12} = 4096$ , que proporciona un rango dinámico de 72 dB, con una entrada máxima analógica A/D de 1 voltio. La máxima salida de FFT de 4096, que se corresponde con 1 voltio es, en la escala decibélica, el 0 dB.

### 3. Análisis acústico

Se consideraron “picos espectrales” a los puntos de mayor concentración de energía del espectro y “formantes” a los agrupamientos claros de picos espectrales en torno a una banda definida de frecuencias, siempre y cuando aparecieran en un 50% o más de los informantes.

El análisis espectral presentó, además, las siguientes características:

(1) No se incluyeron los valores de los valles espectrales para no introducir errores. La razón la ofrece F.J. Harris:

The sampling of the signals in time domain introduces “spectral leakage” in frequency domain. This effectively means that each harmonic has a band of frequency associated, called “main Lobe”. Therefore, it is impossible to locate “zeros” visually as the “spectral leakage” of two adjacent harmonics could falsely lead to a “trough” (1978, 51).

(2) La comparación de los datos de los picos espectrales pertenecientes a los ocho informantes se realizó de dos modos:

1.- Cuando los picos espectrales aparecieron agrupados en torno a unas bandas se calculó la densidad media del espectro de potencia de los “formantes”. Posteriormente, los resultados se normalizaron asignando al pico espectral de “máxima” intensidad el valor de 0 dB, y ajustando los demás a partir de dicho punto<sup>6</sup>.

2.- Cuando no se observaron concentraciones claras de los picos espectrales<sup>7</sup> se extrajo la información a partir de la densidad media de bandas espectrales de 1000 Hz basadas en los picos espectrales. A continuación, se normalizaron los resultados del modo señalado anteriormente.

#### 3.1. Análisis de [f]

---

<sup>6</sup> Esta forma de normalización es una práctica habitual desde los primeros trabajos, como el de G.W. Hughes y M. Halle (1956, 154).

<sup>7</sup> Este segundo tipo de medición se realizó calculando las medias de todos los picos espectrales que aparecieron en bandas de frecuencias de 1000 Hz, con lo que se obtuvieron unos perfiles globales de los espectros.

Los espectrogramas de [f] muestran la imagen de un sonido-ruido que dispersa la energía sobre una amplia banda de la escala de frecuencias (entre 1.000 Hz y 13.400 Hz, aprox.).

El espectro, por su parte, es prácticamente plano como consecuencia de las pequeñas diferencias entre las amplitudes de los principales formantes (8 dB como máximo), como se recoge en la tabla<sup>8</sup> siguiente.

| Formantes | Frecuencia, Amplitud, %  |
|-----------|--------------------------|
| F1        | 1.818 (121) -7 (3), 100% |
| F2        | 2.855 (180) -3 (1), 100% |
| F3        | 3.690 (163) -1 (1), 100% |
| F4        | 4.498 (137) -4 (1), 90%  |
| F5        | 5.327 (100) -4 (2), 100% |
| F6        | 5.998 (244) -7 (2), 80%  |
| F7        | 6.696 (113) -9 (3), 90%  |
| F8        | 7.529 (261) -8 (3), 100% |
| F9        | 8.372 (216) -7 (5), 100% |

Tabla 1. Valores medios normalizados de los formantes del sonido [f] castellano

En la gráfica<sup>9</sup> 1 se aprecia con claridad la sucesión de los formantes en intervalos de unos 1.000 Hz, excepto en aquellos casos en que la frecuencia de aparición no es del 100%.

Desde el primer formante, o F1, (a 1.818 Hz), la intensidad de la energía va en aumento hasta el tercero (a 3.690 Hz), y, a partir de dicho punto, en líneas generales disminuye paulatinamente, si bien el formante situado a 8.372 Hz es ligeramente más intenso que los dos previos.

<sup>8</sup> La tabla incluye las medias de las frecuencias y amplitudes de los formantes (con las desviaciones estándar entre paréntesis) y el tanto por ciento (%) de presencia entre los informantes.

<sup>9</sup> Las gráficas aparecen al final del trabajo en forma de anejo.

En la gráfica 2, en la que se recogen todos los picos espectrales de los informantes, se observa que las diferencias entre las amplitudes de los picos situados en la zona alta de frecuencias (a partir de 6.000 Hz) aumentan progresivamente, hecho que viene corroborado con las altas desviaciones estándar que acompañan las medias de las amplitudes de los formantes (tabla 1). Por el contrario, la banda de frecuencias entre 1.000 Hz y 6.000 Hz es la que contiene formantes más definidos y agrupados en áreas más concretas, destacándose el F3 (formante más intenso en 6 de los 8 casos).

El hecho de que el grado de intensidad de la zona alta de frecuencias (en especial la del en torno al F9) pueda variar mucho entre los informantes y que el sonido resultante siempre sea el fricativo labiodental sordo, puede ser indicativo de que la información contenida a partir de la frecuencia de 6.000 Hz no sea tan relevante como la de la zona baja.

### 3.2. Análisis de [θ]<sup>10</sup>

La energía del sonido dental se distribuye por todo el espectrograma (entre 1.100 Hz y 13.500 Hz) y presenta un espectro casi plano por la falta de núcleos de gran intensidad.

No hubo agrupamiento de los picos espectrales sino que estos aparecieron en diferentes frecuencias según el hablante lo que impidió determinar formantes y, además, puso de manifiesto el alto contenido de ruido de este sonido.

Como se puede comprobar en la gráfica 3 (que muestra todos los picos espectrales de los informantes), el pico más intenso no es siempre el mismo sino que varía según el hablante. No obstante, la zona alta parece contener información tan significativa como la zona baja ya que la dispersión de los valores no es excesiva. La intensidad se mantiene de un modo uniforme, salvo el descenso que se produce entre 6.500 Hz y 7.500 Hz.

La densidad del espectro de potencia en bandas de frecuencias (gráfica 4) muestra un perfil en el que la intensidad del espectro crece de modo paulatino hasta la banda de frecuencias de 5.000 Hz a 6.000 Hz. Tras un

---

<sup>10</sup> El análisis del material reveló que dos de los ocho informantes efectuaron realizaciones que compartían características del sonido dental y del alveolar [s] por lo que se decidió no incluir sus datos en las medias, y dejarlos para una investigación posterior.

ligero descenso vuelve a aumentar en la franja entre 8.000 Hz y 9.000 Hz. La diferencia máxima entre las bandas es de 9 dB.

La variabilidad del principal pico espectral según el hablante puede estar relacionada con dos posibles realizaciones de este sonido, interdental y apicodental. Con el fin de comprobar esta hipótesis se llevó a cabo un experimento exploratorio con ocho hablantes, todos ellos con formación en fonética articulatoria, a los que se les pidió realizar las dos variantes articulatorias. Los resultados confirmaron la diferencia prevista ya que en cinco de los ocho casos el punto de máxima concentración de energía tendía a estar en la zona del formante situado a unos 5.000 Hz cuando se realizaba a cabo la variante interdental. Sin embargo el espectro del sonido apicodental era más plano en esas frecuencias bajas, por lo que la zona alta ganaba en relevancia.

### **3.3. Comparación de los resultados**

Es difícil distinguir tajantemente la fricativa labiodental de la fricativa dental. Ambas tienen lo que se denomina un espectro “plano” ya que las diferencias entre las amplitudes de las bandas de frecuencias son más bien pequeñas (no superaron los 9 dB). La explicación otorgada por la teoría acústica es que las no sibilantes se caracterizan por la presencia de ceros asociados a cada polo dando un espectro prácticamente plano<sup>11</sup>.

La energía aumenta en intensidad hasta el punto de máxima concentración para descender ligeramente después. Sin embargo, la banda de frecuencias más intensa no fue la misma en los dos sonidos: para el sonido labiodental estuvo comprendida entre 3.000 Hz y 4.000 Hz, mientras que para el sonido dental estuvo entre 5.000 Hz y 6.000 Hz.

No obstante, no fue ésta la diferencia más significativa sino la que vino marcada por la variable “informante”:

(1) En el caso del sonido labiodental, los primeros picos espectrales se agrupan en torno a bandas de frecuencias concretas -por lo que se consideraron formantes- mientras que los picos espectrales por encima de 6.000 Hz muestran una gran dispersión determinada por la realización de cada hablante (los espectros de algunos informantes mostraron gran

---

<sup>11</sup> Ver C.G.M. Fant (1960), (1973), C.G.M. Fant y J. Mártony (1960) y J.M. Heinz (1961).

intensidad en esa franja mientras que en otros la intensidad fue muy similar a la zona baja de frecuencias).

Este hecho pone de manifiesto que la información contenida a partir de 6.000 Hz no parece tan relevante como la de la franja por debajo de esa frecuencia “corte”, ya que sea la zona alta intensa o no, el sonido resultante siempre se percibe como labiodental.

(2) En el espectro del sonido dental los picos espectrales no aparecen agrupados, y por ello, no se consideraron formantes. La ausencia de agrupamiento es, por tanto, un claro reflejo del alto grado de contenido de ruido que posee este sonido, superior al de [f].

Por otra parte, el componente de frecuencias más altas en el espectro del sonido dental (a partir de 8.000 Hz) parece significativo y portador de información<sup>12</sup>, ya que hay una la densidad espectral es similar en esas bandas de frecuencias.

La variable “informante”, asimismo, introdujo otra diferencia importante. En seis de ocho casos el principal pico espectral de [f] se concentró en torno a 3.500 Hz, mientras que en el sonido dental este pico espectral varió mucho (aunque la media apuntara a una frecuencia): en dos casos apareció a unos 4.300 Hz, en tres a unos 5.400 Hz y en el restante a 8.040 Hz.

Este fenómeno motivó la investigación de la relación existente entre el fenómeno acústico (varios perfiles espectrales de [θ]) y el fenómeno articulatorio (distintas variantes articulatorias). Los resultados del estudio probaron que en las realizaciones interdentes la zona baja tendía a ser más intensa que la alta, mientras que en las apicodentales, la intensidad de esa franja disminuía en comparación con la obtenida en las frecuencias altas.

#### 4. Conclusiones finales

El análisis detallado de los espectros de estas dos fricativas revelan características que permiten establecer ciertas diferencias entre ellas, a pesar de la semejanza aparente de los espectrogramas.

Los fonemas que dichos sonidos representan tienen dos lugares de articulación distintos (labiodental y dental) pero es evidente que, bajo esas

---

<sup>12</sup> Idea sugerida ya por W. Jassem en 1965.

denominaciones “genéricas”, se esconden las diversas articulaciones que introducen cambios importantes en los espectros de cada fricativa.

La incidencia de la variable “articulación”, asimismo, se mezcla con la de otra muy significativa, “informante”, que provoca la aparición de altas desviaciones estándar en todas las medias de las frecuencias y amplitudes de los picos y formantes.

De este modo, se coincide con estudios anteriores en las descripciones generales de los espectros, pero ni las frecuencias ni las amplitudes de los picos espectrales y formantes son siempre las mismas. La acción directa de las variables es la explicación de estas discrepancias surgidas entre los diferentes estudios.

Con los resultados de los experimentos y el tipo de análisis adoptado se aportan nuevos datos sobre las frecuencias y amplitudes de los formantes y picos espectrales. Asimismo, se ponen de relieve los distintos comportamientos de los informantes y se proponen nuevas vías de investigación para el esclarecimiento de las diferencias espectrales entre estos dos sonidos que desde un punto de vista perceptivo<sup>13</sup> están tan próximos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

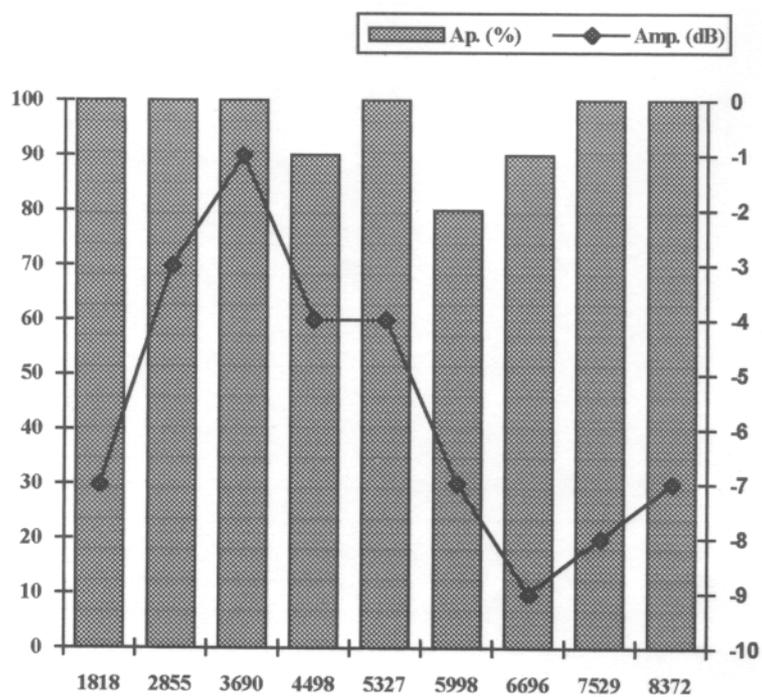
- Behrens, S.J. y Blumstein, S.E. 1988. “Acoustic characteristics of English voiceless fricatives: a descriptive analysis”, *Journal of Phonetics*, 16, 295-98.
- Borzzone de Manrique, A.M. 1980. *Manual de fonética acústica*, Argentina, Buenos Aires: Hachette.
- y Massone, M.I. 1979. “On the identification of Argentine Spanish Fricatives”, *P9th ICPHS*, Copenhagen, Dinamarca, I, 237.
- 1981. “Acoustic analysis and perception of Spanish fricative consonants”, *J.A.S.A.*, 69, 1145-53.
- Fant, C.G.M. 1960. *Acoustic Theory of Speech Production*, La Haya: Mouton.
- 1973. *Speech Sounds and Features*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

---

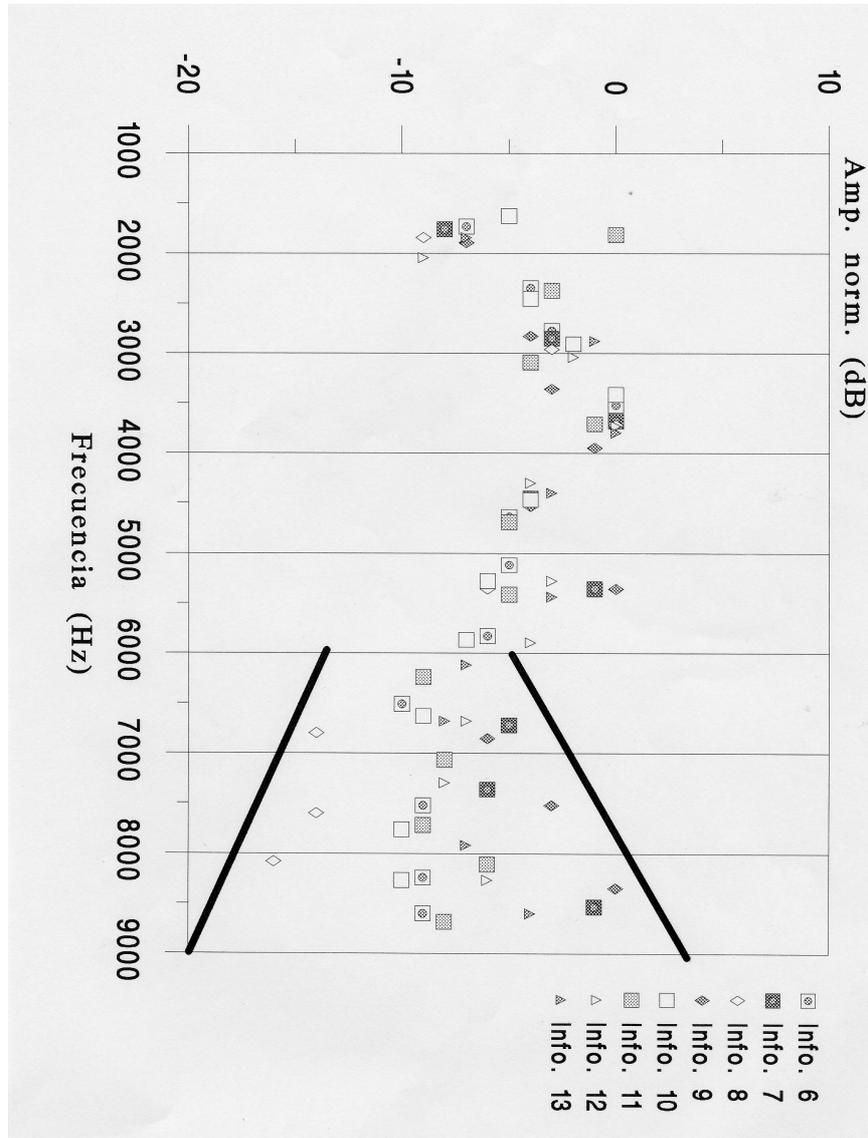
<sup>13</sup> La dificultad perceptiva que surge a la hora de distinguir estos dos sonidos comenzó en los años cincuenta con K.S. Harris (1954, 1956 y 1958) y hoy en día sigue siendo objeto investigación, ver K. Forrest et al (1988).

- y Mártony, J. 1960. "Pole-Zero matching techniques", *Speech Transmission Laboratory Quartely Progress and Status Report*, 14-16.
- Fry, D.B. (ed.). 1965. *Language and Speech*, Teddinton, Middlesex: Robert Draper Ltd.
- (ed.). 1976. *Acoustic Phonetics*, Cambridge: C.U.P.
- Harris, F.J. 1978. "On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform", *Proceedings of IEEE*, 66, 1, 51-83.
- Harris, K.S. 1954. "Cues for the identification of the Fricatives of American English", *J.A.S.A.*, 26, 952.
- 1956. "Some Acoustic Cues for the Fricative Consonants", *J.A.S.A.*, 28, 160-61.
- 1958. "Cues for the Discrimination of American English Fricatives in Spoken Syllables", en D.B. Fry (ed.), 1976, 284-97.
- Heinz, J.M. 1961. "Analysis of fricative consonants", *MIT Research Lab of Electronics Quartely Progress Report* 60, 181-84.
- y Stevens, K.N. 1961. "On the Properties of Voiceless Fricatives Consonants", *J.A.S.A.*, 33, 589-96.
- Hughes, G.W. y Halle, M. 1956. "Spectral Properties of Fricative Consonants" en D.B. Fry (ed.) 1976, 151-61.
- Jassem, W. 1965. "The formants of fricative consonants" en D.B. Fry (ed.), 1965, 8, part I, Jan-March, 1-16.
- 1968. "Acoustical Description of Voiceless Fricatives in terms of Spectral Parameters", *Speech Analysis and Synthesis*, 1, 189-206.
- Martí i Roca, P.J. 1986. "Paràmetres acústics per a la síntesi de consonants fricatives catalanes", *Estudios de Fonética Experimental II*, Barcelona: Laboratorio de Fonética; Facultad de Filología, Universidad de Barcelona, 153-93.
- Quilis, A. 1981. *Fonética Acústica de la Lengua Española*, Madrid: Gredos, Biblioteca Románica Hispánica.
- 1993. *Tratado de Fonología y Fonética*, Madrid: Gredos, Biblioteca Románica Hispánica.
- Stevens, P. 1960. "Spectra of Fricative Noise in Human Speech", en D.B. Fry (ed.) 1976, 132-49.

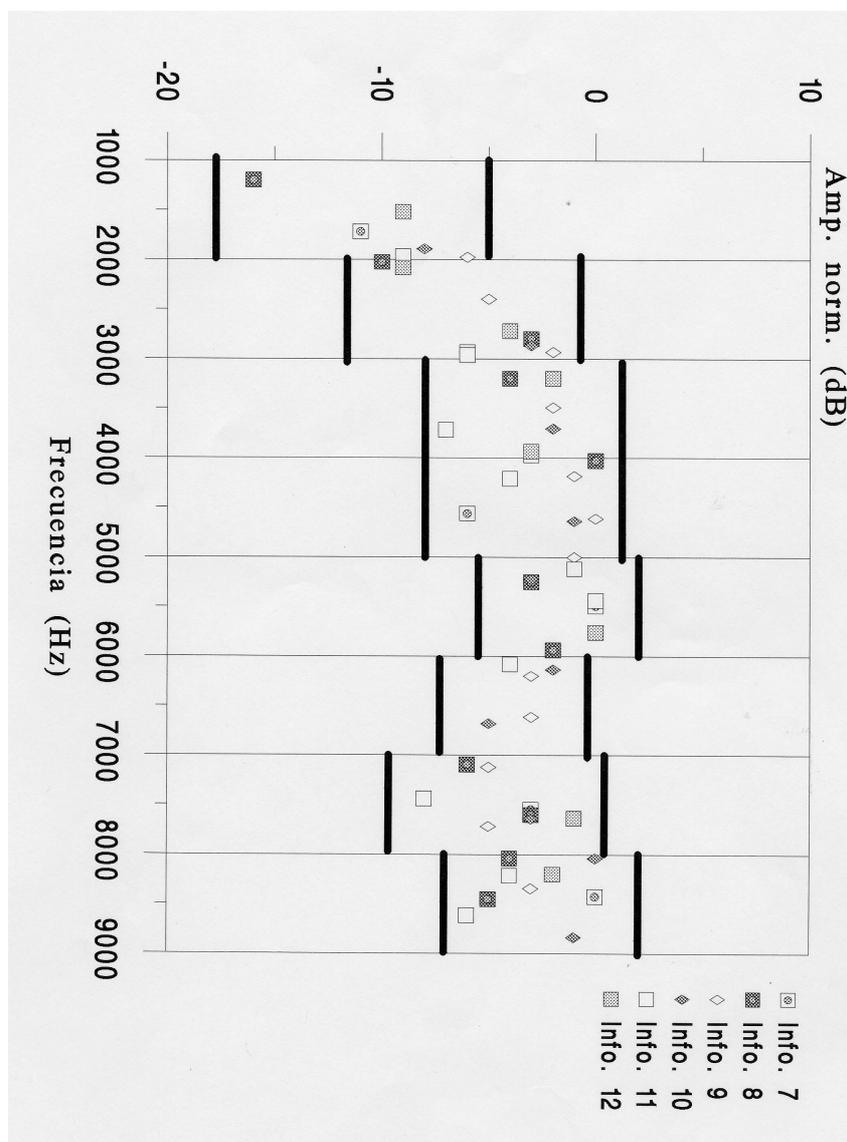
ANEJO 1: Gráficas



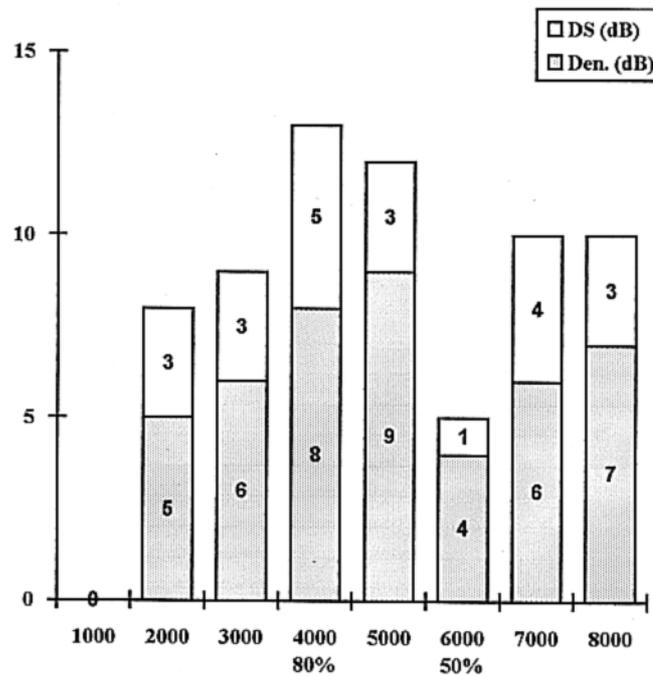
Gráfica 1. Formantes del sonido [f] castellano (frecuencia (Hz)/amplitud (dB) a la derecha/frecuencia de aparición (%) a la izquierda)



Gráfica 2. [f] castellana en pronunciación aislada



Gráfica 3. [θ] castellana en pronunciación aislada



Gráfica 4. Densidad del espectro de potencia de bandas de frecuencia basada en los picos espectrales del sonido [θ] castellano con desviación estándar y frecuencia de aparición (%)

## ANEJO II: Tablas 2-5

|          | F.1000-2.000<br>(Hz/dB) | F2.000-3.000<br>(Hz/dB)              | F3.000-4.000<br>(Hz/dB)              | F.4000-5.000<br>(Hz/dB) |
|----------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Info. 6  | 1.733(46) -55(2)        | 2.347(46) -52(2)<br>2.773(46) -51(1) | 3.520(0) -48(2)                      | 4.640(80) -53(2)        |
| Info. 7  | 1.760(0) -51(4)         | 2.853(167) -46(3)                    | 3.680(0) -43(3)                      | 4.453(99) -47(2)        |
| Info. 8  | 1.840(0) -45(3)         | 2.960(0) -39(3)                      | 3.720(57) -36(2)                     | -----                   |
| Info. 9  | 1.893(46) -51(2)        | 2.827(92) -48(2)                     | 3.360(99) -47(3)<br>3.947(46) -45(2) | 4.533(122) -48(3)       |
| Info. 10 | 1.627(92) -49(1)        | 2.453(92) -48(2)<br>2.907(46) -46(1) | 3.413(46) -44(1)                     | 4.467(83) -48(1)        |
| Info. 11 | 1.813(92) -45(3)        | 2.373(46) -48(3)                     | 3.093(46) -49(4)<br>3.707(46) -46(2) | 4.693(46) -50(2)        |
| Info. 12 | -----                   | 2.040(28) -44(4)                     | 3.040(80) -37(4)<br>3.733(46) -35(3) | 4.297(90) -39(4)        |
| Info. 13 | 1.840(0) -47(1)         | 2.880(57) -41(2)                     | 3.800(57) -40(0)                     | 4.400(0) -43(3)         |

Tabla 2. Picos espectrales del sonido [f] castellano (I)

|          | F.5000-6.000<br>(Hz/dB)              | F6.000-7.000<br>(Hz/dB)              | F7.000-8.000<br>(Hz/dB)               | F.8000-9.000<br>(Hz/dB)              |
|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Info. 6  | 5.120(0) -53(2)<br>5.627(46) -54(2)  | 6.507(46) -58(2)                     | 7.520(46) -57(1)                      | 8.240(28) -57(2)<br>8.600(57) -57(2) |
| Info. 7  | 5.360(0) -44(2)                      | 6.720(113) -48(1)                    | 7.360(0) -49(2)                       | 8.533(122)-44(3)                     |
| Info. 8  | 5.360(226)-42(2)                     | 6.240(0) -45(6)<br>6.800(0) -50(4)   | 7.600(0) -50(3)                       | 8.080(28) -52(3)                     |
| Info. 9  | 5.360(0) -44(2)                      | 6.853(144) -50(2)                    | 7.520(226) -47(3)                     | 8.347(122)-44(2)                     |
| Info. 10 | 5.280(80) -50(1)<br>5.867(92) -51(2) | 6.630(66) -53(1)                     | 7.760(80) -54(2)                      | 8.267(122)-54(2)                     |
| Info. 11 | 5.413(46) -50(2)                     | 6.240(0) -54(3)                      | 7.067(122) -53(3)<br>7.720(57) -54(1) | 8.107(201)-51(1)<br>8.680(170)-53(3) |
| Info. 12 | 5.280(80) -38(3)<br>5.893(46) -39(3) | 6.680(57) -42(5)                     | 7.293(23) -43(4)                      | 8.267(122)-41(5)                     |
| Info. 13 | 5.440(0) -43(2)                      | 6.120(57) -47(2)<br>6.680(57) -48(1) | 7.920(0) -47(2)                       | 8.600(57) -44(1)                     |

Tabla 3. Picos espectrales del sonido [f] castellano (II)

|            | F1.000-2.000<br>(Hz/dB) | F2.000-3.000<br>(Hz/dB)              | F3.000-4.000<br>(Hz/dB)              | F.4000-5.000<br>(Hz/dB)              |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Info. 7..  | 1.720(57) -57(1)        | 2.933(122)-52(1)                     | 3.973(46) -49(2)                     | 4.560(80) -52(1)                     |
| Info. 8..  | 1.200(0) -54(1)         | 2.027(46) -48(2)<br>2.800(80) -41(2) | 3.200(0) -42(2)                      | 4.027(122)-38(3)                     |
| Info. 9..  | 1.973(92) -49(3)        | 2.400(0) -48(6)<br>2.933(46) -45(4)  | 3.493(46) -45(3)                     | 4.187(92) -44(2)<br>4.613(46) -43(3) |
| Info. 10.. | 1.893(46) -52(1)        | 2.867(23) -47(1)                     | 3.707(46) -46(1)                     | 4.640(0) -45(1)                      |
| Info. 11.. | 1.967(92) -57(2)        | 2.960(139)-54(2)                     | 3.720(57) -55(1)                     | 4.213(46) -52(1)                     |
| Info. 12.. | 1.520(113)-51(5)        | 2.080(46) -51(6)<br>2.720(0) -46(0)  | 3.200(80) -44(5)<br>3.937(122)-45(5) | -----                                |

Tabla 4. Picos espectrales del sonido [θ] castellano (I)

|            | F.5000-6.000<br>(Hz/dB)              | F6.000-7.000<br>(Hz/dB)               | F7.000-8.000<br>(Hz/dB)                | F8.000-9.000<br>(Hz/dB)              |
|------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Info. 7..  | 5.493(46) -46(1)                     | -----                                 | 7.547(122) -49(1)                      | 8.427(46) -46(2)                     |
| Info. 8..  | 5.253(122)-41(2)<br>5.937(57) -40(2) | -----                                 | 7.093(122) -44(2)<br>7.600(113) -41(2) | 8.040(28) -42(1)<br>8.453(46) -43(1) |
| Info. 9..  | 5.000(57) -44(2)<br>5.440(0) -43(3)  | 6.200(57) -46(1)<br>6.613(122) -46(1) | 7.120(113) -48(2)<br>7.720(170) -48(2) | 8.347(46) -46(1)                     |
| Info. 10.. | 5.663(167)-47(1)                     | 6.133(46) -46(1)<br>6.680(57) -41(1)  | 7.640(183) -47(2)                      | 8.040(28) -44(1)<br>8.840(170)-45(2) |
| Info. 11.. | 5.120(139)-49(1)<br>5.440(0) -48(1)  | 6.080(139) -52(1)                     | 7.440(0) -56(2)                        | 8.213(46) -52(2)<br>8.613(46) -54(2) |
| Info. 12.. | 5.760(0) -42(1)                      | -----                                 | 7.637(40) -43(6)                       | 8.200(57) -44(2)                     |

Tabla 5. Picos espectrales del sonido [θ] castellano (II)