

# MOVIMIENTOS FORMANTICOS DE LAS VOCALES CASTELLANAS ADYACENTES A LAS FRICATIVAS [F] Y [θ]

Silvia Carmen BARREIRO BILBAO  
Universidad de León

## RESUMEN

La proximidad de las consonantes [f] y [θ] desde un punto de vista perceptivo y su semejanza espectral provocó la investigación de los sonidos vocálicos adyacentes con el fin de descubrir claves acústicas que marcaran diferencias relevantes entre estas dos fricativas. La atención se centró, en concreto, en las transiciones formánticas. Se analizaron, por tanto, la dirección de los desplazamientos de los tres primeros formantes de las cinco vocales del castellano, su extensión en la escala de frecuencias y su duración, cuando aparecen en contacto con las fricativas dental y labiodental en las estructuras silábicas CV, VCV y VC. Los resultados de los experimentos pusieron de manifiesto la clara incidencia de distintas variables como «informante» y «posición», así como la divergencia entre las dos fricativas en lo que se refiere a las transiciones, en especial, a las del F2 de las vocales abocinadas. Este hecho se puede considerar un índice acústico de suma importancia ya que revela un punto o lugar de articulación diferente de las dos fricativas analizadas.

## ABSTRACT

The fact that [f] and [θ] are very close to each other perceptually and show a similar spectrum led to an investigation of the adjacent vowels in order to find out any acoustic cues which would reveal clear differences between these two consonantal sounds. Attention was focussed, therefore, on the vocalic transitions. The direction of the three first formant movements of the five Spanish vowels was studied, along with their size on the frequency scale and their duration, when these vowels appear in context with the labiodental and dental fricatives in the syllabic structures CV, VCV and VC. The results of the experiments showed the clear influence of certain variables, such as 'the informant' and 'the position'; they also demonstrated that distinct transitions (in particular the F2 transitions of the rounded vowels) were caused by these two consonants. These results may be considered as an important acoustic cue, in so far as they determine distinct places of articulation in the two fricatives analyzed.

## PALABRAS CLAVES

Transición, formante vocálico, frecuencia meta, fricativa.

## KEYWORDS

Transition, Vocalic Formant, Target Frequency, Fricative.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las variaciones que sufren las frecuencias de los formantes vocálicos como consecuencia de la incidencia del contexto se utilizan como índices acústicos del lugar o punto de articulación del sonido consonántico adyacente. Las frecuencias meta (frecuencias al final de la transición) de los formantes vocálicos apuntan hacia un lugar imaginario denominado «locus», que varía según la zona de articulación de la consonante con la que aparece en el decurso.

Las transiciones más significativas son las del F2 (formante segundo) denominadas «T2», y las T3, mientras que los cambios que experimenta el F1 se consideran indicativos del modo de producción de la consonante más que de su lugar de articulación.

Los estudios de las transiciones se remontan a 1954 cuando K.S. Harris afirmó que las diferencias fundamentales entre la fricativa labiodental [f] y la dental [θ] se hallaban en las transiciones de las vocales contiguas. Desde aquel momento los movimientos formánticos se han venido investigando o bien como muestra de la coarticulación que sufren los sonidos en contexto, o bien como claves distintivas entre sonidos semejantes (como son las consonantes del presente estudio).

En el ámbito del español, pocos son los trabajos que se han realizado al respecto. Cabe mencionar, no obstante, a A. Quilis (1981), E.M. Celdrán (1984), P.J. Martí i Roca (1986) y V. Marreno (1990), cuyas investigaciones han aportado valiosa información sobre las direcciones de los movimientos de los formantes en el decurso. A estos hay que añadir los llevados a cabo en Argentina por A.M<sup>a</sup>. Borzone y M.I. Massone (1981) que incluyen, asimismo, ciertas referencias a las duraciones de las transiciones. En el caso concreto de las fricativas analizadas el único estudio realizado con las vocales del castellano es el de A. Quilis, cuyas descripciones van a servir como base del presente trabajo experimental.

## 2. OBJETIVOS

(1) Observar la extensión de las transiciones de los tres primeros formantes vocálicos (diferencia entre las frecuencias iniciales (de donde parte el movimiento formántico) y frecuencias meta (punto final del movimiento formántico)), la dirección que toman (ascendente, descendente o neutra) y la duración de las mismas.

(2) Comprobar la incidencia de variables como «informante», «posición», «estructura silábica» y «consonante adyacente».

(3) Detallar, finalmente, según este parámetro acústico, las diferencias y semejanzas que se establecen entre estos dos sonidos consonánticos, próximos desde un punto de vista perceptivo.

### 3. MATERIAL E INFORMANTES

El corpus de trabajo estuvo formado por las fricativas [f,θ] en las sílabas con las estructuras siguientes: a) consonante-vocal (CV), b) vocal-consonante (VC) y c) vocal-consonante-vocal (VCV). Las vocales fueron las cinco del castellano: [a,e,i,o,u].

La grabación del material se realizó con un Revox modelo B 77 M K II conectado a un micrófono unidireccional modelo H M 661, equipo perteneciente al laboratorio de Fonética de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de León.

El número de informantes utilizados fue de cuatro, lo que proporcionó un total de 600 estímulos, 120 por vocal.

### 4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

El análisis acústico se llevó a cabo con el sonógrafo de la Kay 5500 del laboratorio. Las observaciones de las transiciones se efectuaron sobre espectrogramas, con un rango de frecuencias de 0 Hz a 4000 Hz<sup>1</sup>. El filtro utilizado fue el de 300 Hz, no obstante, en ocasiones, se empleó un filtro de banda estrecha (de 150 Hz), para evitar que formantes próximos quedaran englobados bajo una única concentración o banda de energía.

Las mediciones se realizaron en el momento del comienzo y del final de la transición. Cuando el desplazamiento del formante en la escala de frecuencias fue menor de 50 Hz no se consideró transición motivada por el sonido adyacente, sino la propia y ligera oscilación de la frecuencia de los formantes en el transcurso del tiempo.

### 5. RESULTADOS

Se observó, de inmediato, que las diferencias entre los hablantes, tanto en las frecuencias iniciales como en las frecuencias meta, fueron muy amplias, por lo que ni la extensión de los movimientos de los formantes ni, a veces, la dirección de los mismos coincidieron de un informante a otro. Este hecho impidió que se pudieran aportar medias de las frecuencias meta y que se optara por ofrecer bandas de frecuencias. Sin embargo, se efectuaron las medias de las extensiones de los desplazamientos, que vinieron acompañadas de desviaciones estándar altas, recogidas entre paréntesis.

La información se obtuvo a partir de las dos posiciones silábicas en las que aparecieron las vocales, es decir, preconsonántica (VC y VCV) y posconsonántica (CV y (VCV).

---

<sup>1</sup> La limitación en esta frecuencia (4000 Hz) fue debido a que los tres primeros formantes vocálicos aparecen en dicha franja, por lo que no se necesitó un mayor extensión del rango de frecuencias.

## 5.1. [ɱ]

### a) Vocal [a]

#### *Dirección y extensión de las transiciones*

Los formantes F2 y F1 fueron los que sufrieron mayores alteraciones debido a la influencia de la consonante, en especial el F2. El F3 mostró pequeños movimientos ascendentes o descendentes, según el hablante, que no se consideraron transiciones. Su frecuencia meta fue muy similar a la inicial, valor que varió mucho de un informante a otro (entre 2000 Hz y 2800 Hz).

Por otra parte, se observó una gran semejanza entre las vocales que se hallaban en la misma posición silábica, produciéndose los movimientos más amplios cuando éstas aparecieron en posición final (tras la fricativa).

#### (1) Vocal en posición inicial VC/VC(V)

En VC los movimientos de los dos formantes fueron muy pequeños. El F1 sufrió un descenso medio de 50 Hz (36), apareciendo, al final de la transición, entre 580 Hz y 750 Hz, mientras que el F2 descendió unos 88 Hz (57), para situarse entre 1090 Hz y 1310 Hz en el momento previo a la consonante.

Las transiciones de estos dos formantes de la vocal en la sílaba VC(V) fueron muy semejantes a los que se produjeron en VC. El F1 sufrió un descenso de unos 69 Hz (43), estando su frecuencia al final de la transición entre 520 Hz y 780 Hz. El F2, con un movimiento más claro, descendió unos 84 Hz (17), mostrando una frecuencia meta entre 1073 Hz y 1273 Hz.

#### (2) Vocal en posición final CV(V)CV

En CV el F1 descendió 180 Hz (66), situándose en una banda entre 520 Hz y 570 Hz al final de la transición. Por su parte, el F2 sufrió un descenso medio de 182 Hz (61), y así se observó en una banda entre 1040 Hz y 1170 Hz en el punto de contacto con la consonante.

El mismo patrón se observó en CV(V). El F1 mostró una frecuencia meta entre 467 Hz y 650 Hz, tras descender unos 145 Hz (82). Por su parte, el F2 descendió unos 169 Hz (71), apareciendo entre 980 Hz y 1170 Hz al final de la transición.

#### *Duración de las transiciones*

Las duraciones de las transiciones variaron de acuerdo con la estructura silábica. Así, las duraciones medias de las transiciones fueron de 42'19 ms (7) en CV, 37'88 ms (2) en VC, 35'32 ms (0'2) en VC(V), y, finalmente, 26'71 ms (1) en (V)CV.

Se observó, pues, que la transición fue más larga en las sílabas de dos elementos que en las de tres.

### b) Vocal [e]

#### *Dirección y extensión de las transiciones*

Los formantes F2 y F3 sufrieron descensos claros (en especial el F2),

mientras que el F1 no varió su frecuencia, manteniéndose por debajo de 480 Hz. Las transiciones fueron, asimismo, mayores cuando la vocal apareció en posición final.

(1) Vocal en posición inicial VC, VC(V)

El descenso del F2 en VC fue de 175 Hz (131), situándose al final de la transición en una banda entre 1600 Hz y 2000 Hz. Por su parte, el F3 tuvo una frecuencia meta entre 2310 Hz y 2620 Hz, lo que supuso un descenso medio de 138 Hz (43).

En las sílabas VC(V), la transición del F2 cubrió una zona de unos 239 Hz (60), situándose en una banda entre 1573 Hz y 1970 Hz. Por su parte, el F3 tuvo una frecuencia al final de la transición entre 2293 Hz y 2680 Hz, lo que supuso un descenso de unos 129 Hz (84).

(2) Vocal en posición final CV(V)CV

En CV el formante segundo sufrió un descenso ligeramente más pronunciado que el F3, al descender unos 289 Hz (70) frente a los 204 Hz (99) del formante tercero. La frecuencia meta del F2 se situó entre 1607 Hz y 1780 Hz, en tanto que la del F3 fue entre 2220 Hz y 2500 Hz.

Las transiciones de estos formantes que se observaron en (V)CV fueron muy similares a las anteriores. El F2 descendió unos 281 Hz (99) y presentó una frecuencia meta en una banda de frecuencias entre 1593 Hz y 1860 Hz. Por su parte, el F3 mostró una frecuencia meta entre 2287 Hz y 2540 Hz, lo que supuso un descenso medio de unos 196 Hz (83).

*Duración de las transiciones*

Las duraciones de las transiciones variaron según la estructura silábica. Así, la duración media fue de 44'36 ms (10) en CV, 40'11 ms (11) en VC, 36'20 ms (8) en VC(V) y 33'23 ms (5) en (V)CV. Por tanto, se obtuvieron los valores más altos en las sílabas de dos elementos, y dentro de las de tres, fue la vocal en posición posconsonántica la que mostró transiciones más breves.

c) Vocal [i]

*Dirección y extensión de las transiciones*

El F1 no modificó su trayectoria lo suficiente como para poder afirmar que existieran transiciones, manteniéndose por debajo de 400 Hz. Sin embargo, los formantes F2 y F3 descendieron claramente como consecuencia de la consonante (en especial el F3). Los movimientos más amplios aparecieron cuando la vocal se halló en posición final.

Las diferencias entre los hablantes fueron muy amplias, como se puede constatar en las desviaciones estándar de las extensiones de las transiciones, debido a que el movimiento fue mínimo en uno de los informantes al presentar frecuencias iniciales ya muy bajas.

(1) Vocal en posición inicial VC, VC(V)

En VC el F3 descendió unos 233 Hz (139) para situarse entre 2410 Hz y 2780 Hz al final de la transición. El F2, por su parte, sufrió un descenso de 180 Hz (127), apareciendo al final de la transición con una frecuencia entre



1940 Hz y 2510 Hz.

La transición del F3 en VC(V) marcó una extensión de unos 205 Hz (71) situándose su frecuencia en contacto con la consonante entre 2187 Hz y 3000 Hz. La transición del F2 también fue negativa (unos 188 Hz (66)), con una frecuencia meta entre 1867 Hz y 2600 Hz.

(2) Vocal en posición final CV/(V)CV

En CV el F3 sufrió un descenso medio de 345 Hz (177), presentando una frecuencia meta entre 2380 Hz y 2700 Hz. Por otra parte, la frecuencia meta del F2 se situó entre 1833 Hz y 2320 Hz, lo que supuso un descenso medio de unos 274 Hz (184).

Las transiciones en (V)CV también fueron claramente negativas. El F3 descendió unos 257 Hz (132) y se situó entre 2227 Hz y 2900 Hz al final de la transición. El F2, con un descenso de unos 226 Hz (145), apareció, en contacto con la consonante, en una banda de frecuencias entre 2010 Hz y 2680 Hz.

*Duración de las transiciones*

La duración media en CV fue de 42'36 ms (7), en VC(V) 38'26 ms (9), en VC 37'08 ms (3) y, finalmente, en (V)CV 30'08 ms (9).

No hubo una tendencia similar motivada por la estructura silábica, sólo se observaron las transiciones más cortas en la vocal final de VCV.

d) Vocal [o] y [u]

Los formantes no mostraron en sus frecuencias una incidencia evidente de la consonante. Se observaron ligeras oscilaciones, ascendentes y descendentes, pero no se manifestó un movimiento definido que permita afirmar que hubo transiciones motivadas por la fricativa labiodental, sino más bien, las propias oscilaciones inherentes a los formantes que se manifiestan en el transcurso del tiempo.

e) Conclusiones generales de [f]

La variable «posición» provocó que las transiciones de las vocales en posición final, es decir, aquellas que se encontraron después de la consonante, cubrieran una banda de frecuencias más amplia, que cuando las vocales se hallaban en posición inicial, independientemente si se trataba de una sílaba con dos elementos o con tres.

Los movimientos de los formantes en la escala de frecuencias de cada vocal se pueden resumir del siguientes modo:

(1) Los formantes F1 y F2 de la vocal [a] sufrieron descensos en contacto con [f], siendo más marcada la transición del F2. De este modo, el F1 descendió una media de 60 Hz (13) en posición inicial y de 163 Hz (25) en final, mientras que el F2 descendió unos 86 Hz (3) en posición inicial y unos 176 Hz (9) en final. El F3 no presentó transiciones.

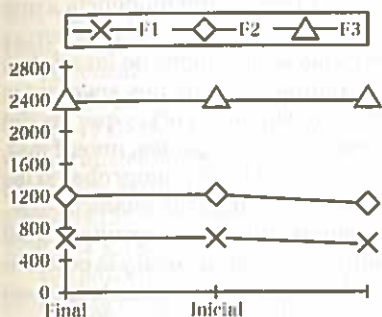
(2) Los cambios que se produjeron en las frecuencias de los formantes de la vocal anterior [e] se plasmaron en claros descensos, con movimientos

del F2 más marcados que los del F3. El F2 descendió unos 207 Hz (45) en inicial, y 285 Hz (6) en final, mientras que el descenso del F3 fue de unos 134 Hz (9) en posición inicial y unos 200 Hz (6) en posición final. El F1, por su parte, no sufrió modificaciones en su frecuencia.

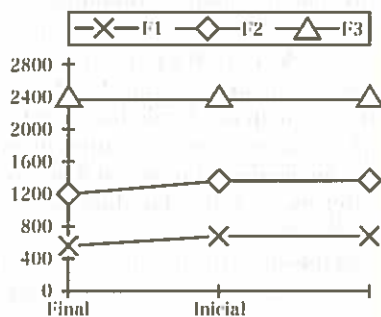
(3) Los formantes segundo y tercero de la vocal anterior [i] sufrieron descensos, siendo más marcado el movimiento del F3. El F2 descendió unos 184 Hz (6) en inicial y unos 250 Hz (34) en final, en tanto que el descenso del F3 fue de unos 219 Hz (20) en inicial y 301 Hz (62) en final. Por su parte, la frecuencia del F1 no se vio alterada por la acción de la consonante.

(4) Los formantes de las vocales abocinadas, [o] y [u], no se vieron afectados por la fricativa labiodental.

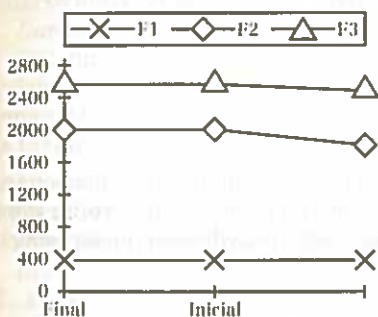
Por consiguiente, se constató que las vocales abocinadas tuvieron transiciones neutras, las vocales anteriores presentaron transiciones negativas del F2 y del F3, y, finalmente, la vocal central sufrió descensos del F1 y del F2 (gráficas<sup>2</sup> 1-6).



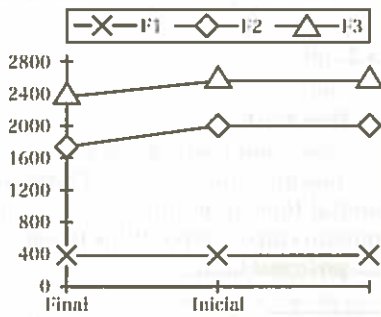
Gráfica 1. Transiciones de [a] [ŋ] ([a])



Gráfica 2. Transiciones de ([a]) [ŋ] [a]

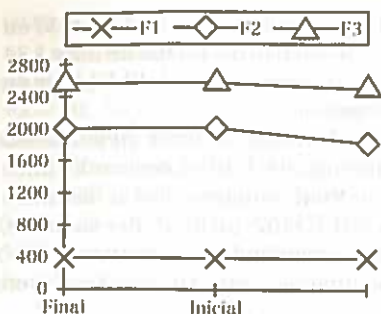


Gráfica 3. Transiciones de [e] [ŋ] ([e])

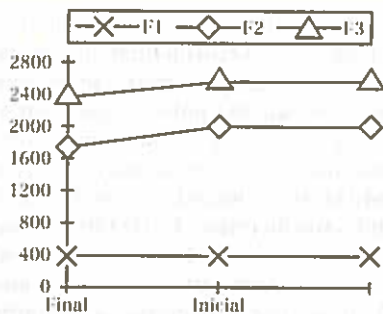


Gráfica 4. Transiciones de ([e]) [ŋ] [e]

<sup>2</sup> Las gráficas tan sólo sirven como muestra de la tendencia general de los desplazamientos formánticos. Para su realización se llevaron a cabo medias de los



Gráfica 5. Transiciones de [i] [ɪ] [i]



Gráfica 6. Transiciones de [i] [ɪ] [i]

La duración de las transiciones también varió según el hablante, la vocal, la estructura silábica y la posición. Sin embargo, comparando las duraciones medias obtenidas en cada vocal se observó una tendencia a que las duraciones más largas se produjeran en las sílabas CV y las más cortas en (V)CV. Por otra parte, fueron más breves las transiciones de las sílabas de tres elementos que las de las sílabas compuestas por dos segmentos (excepto en [i], donde las transiciones de VC fueron más cortas que las del VC(V), si bien las duraciones de ambas fueron muy semejantes, unos 2 ms).

Se llevó a cabo un test ANOVA de un factor con el fin de comprobar si las diferencias entre las duraciones de las cuatro estructuras silábicas (CV, VC(V), (V)CV, VC) de las tres vocales eran significativas. Los resultados del test pusieron de manifiesto que independientemente de la vocal y la posición de ésta en la sílaba, la estructura silábica (dos elementos o tres elementos) determinó en todo caso la duración de la transición, ( $F_{3, 8} = 20'57$ ,  $p < 0'001$ ).

Las duraciones de las transiciones variaron entre 26 ms y 45 ms.

## 5.2. [θ]

### a) Vocal [a]

#### *Dirección y extensión de las transiciones*

Los movimientos de los formantes de [a] en contacto con la consonante dental fueron mínimos. El único formante en el que se observó un movimiento claro y perceptible fue el F1, cuya frecuencia descendió, en especial en posición final.

valores de los informantes, y, debido a la gran diversidad entre los mismos, las frecuencias meta de estas gráficas no se corresponden con valores reales. Sin embargo, se optó por representar las transiciones de un modo gráfico como soporte y ayuda visual de las afirmaciones que se señalan en las conclusiones de cada consonante fricativa.



El F2 presentó movimientos ascendentes y descendentes, según el hablante: cuando la frecuencia del formante rebasó los 1400 Hz su desplazamiento fue ascendente, mientras que si presentó una frecuencia inferior a ese límite el formante descendió al final de la transición.

Finalmente, el F3 sufrió variaciones (ascendentes, en algunos casos, descendentes, en otros), si bien, se mantuvo en una frecuencia similar a la inicial, frecuencia que varió mucho entre los hablantes (entre 2100 Hz y 2960 Hz).

(1) *Vocal en posición inicial VC, VC(V)*

En VC la frecuencia del F1 descendió unos 93 Hz (45) situándose al final de la transición en una banda entre 550 Hz y 740 Hz. El F2 se mantuvo en una frecuencia muy similar a la inicial (entre 1230 Hz y 1300 Hz), excepto en uno de los casos que ascendió 70 Hz para situarse a 1480 Hz al final de la transición.

El F1 descendió unos 78 Hz (38) en las sílabas VC(V), presentando una frecuencia meta entre 567 Hz y 690 Hz. El F2 ascendió unos 77 Hz (15) en tres casos para situarse a unos 1410 Hz (7), mientras que, en el caso restante, descendió 60 Hz hasta alcanzar una frecuencia de 1180 Hz.

(2) *Vocal en posición final CV(V)CV*

En CV los movimientos fueron mayores. De este modo, el F1 descendió unos 149 Hz (61) hasta situarse en una banda entre 500 Hz y 580 Hz al final de la transición. Por su parte, el F2 mostró movimientos contrapuestos, en dos casos ascendió unos 50 Hz (14), presentando una frecuencia meta de 1455 Hz (5), y, en otros dos, descendió unos 75 Hz (21), apareciendo entre 1240 Hz y 1450 Hz al final de la transición.

Un patrón similar se observó en (V)CV, donde el F1 descendió 149 Hz (55) hasta colocarse en una banda entre 467 Hz y 620 Hz, mientras que el F2 presentó los dos movimientos, ascendente en dos casos (unos 140 Hz (24) hasta llegar a 1360 Hz (56)), descendente en otros dos (unos 56 Hz (23) para situarse entre 1147 Hz y 1340 Hz).

*Duración de las transiciones*

Las duraciones de las transiciones fueron muy semejantes en todas las posiciones, excepto en la sílaba CV, que fue ligeramente más larga que las demás: 41'31 ms (8) en CV, 31'37 ms en VC(V), 31'13 ms (5) en (V)CV y 30'47 ms (3) en VC.

**b) Vocal [e]**

*Dirección y extensión de las transiciones*

El único formante que sufrió la influencia de la consonante dental fue el F2, cuya frecuencia descendió al final de la transición, especialmente cuando la vocal apareció en posición final. El F1 no modificó su trayectoria (manteniéndose por debajo de 460 Hz), mientras que el F3, en general, tendió a descender ligeramente, si bien manteniéndose con una valor próximo al de la frecuencia inicial, entre 2300 Hz y 2840 Hz.

(1) Vocal en posición inicial VC, VC(V)

La frecuencia del F2 descendió unos 143 Hz (93) hasta situarse entre 1730 Hz y 2190 Hz al final de la transición.

Cuando la vocal apareció en VC(V) la frecuencia del F2 sufrió un descenso de unos 151 Hz (91), presentando una frecuencia meta entre 1573 Hz y 2160 Hz.

(2) Vocal en posición final CV/(V)CV

En CV los movimientos del F2 cubrieron una gran extensión de la escala de frecuencias. El descenso del formante fue de unos 223 Hz (147), apareciendo entre 1660 Hz y 1920 Hz al final de la transición.

El movimiento del F2 en (V)CV fue prácticamente el mismo. La frecuencia descendió unos 201 Hz (70) al final de la transición, observándose la frecuencia meta entre 1607 Hz y 2020 Hz.

*Duración de las transiciones*

Las diferencias entre las duraciones de las transiciones fueron mínimas. En CV fue de 37'51 ms (8), en (V)CV 37'15 ms (8), en VC(V) 33'60 ms (8) y VC 36'72 ms (7).

c) Vocal [i]

*Dirección y extensión de las transiciones*

Las frecuencias de los formantes F2 y F3 descendieron al final de la transición como consecuencia de la influencia de la consonante, siendo, en general, mayor el descenso del F3. Asimismo, las diferencias entre las frecuencias meta fueron muy distintas entre los hablantes, así como las extensiones de los movimientos, como se puede observar en las desviaciones estándar. Por su parte, el F1 no varió su frecuencia (por debajo de 380 Hz). Los movimientos fueron mayores cuando la vocal se halló en posición final.

(1) Vocal en posición inicial VC, VC(V)

El descenso del F2 en VC fue de unos 88 Hz (70) situándose su frecuencia entre 2080 Hz y 2520 Hz al final de la transición. Por su parte, el F3, con un descenso de unos 125 Hz (147), presentó una frecuencia meta entre 2580 Hz y 3060 Hz.

122 Hz (71) menos presentó el F2 en contacto con la consonante en VC(V), situándose entre 1193 Hz y 2650 Hz, mientras que la frecuencia del F3 fue 143 Hz (88) menos, apareciendo la frecuencia meta entre 2393 Hz y 3160 Hz.

(2) Vocal en posición final CV/(V)CV

La transición del F2 cubrió una extensión de unos 289 Hz (210), estando su frecuencia meta situada en una banda entre 1873 Hz y 2450 Hz. Por su parte, la frecuencia del F3 disminuyó unos 267 Hz (175) en el punto de contacto con la consonante, ofreciendo una frecuencia meta entre 2420 Hz y 2810 Hz.

La frecuencia meta del F2 en (V)CV apareció entre 1973 Hz y 2450 Hz, lo que supuso un descenso de unos 139 Hz (107). La frecuencia del F3

descendió unos 150 Hz (104), situándose entre 2487 Hz y 2860 Hz al final de la transición.

*Duración de las transiciones*

La duración de la transición en CV fue de 44'10 ms (19), en VC(V) de 27'84 ms (8), en (V)CV de 33'21 ms (5) y en VC de 42'92 ms (17).

**d) Vocal [o]**

*Dirección y extensión de las transiciones*

Los formantes de la vocal [o] en contacto con la fricativa dental no variaron sus frecuencias excepto el F2. De este modo, el F3 se mantuvo en una frecuencia similar a la frecuencia inicial, la banda de frecuencias en el que apareció fue muy amplia debido a las grandes diferencias entre los hablantes (entre 2040 Hz y 3070 Hz). El F1, por su parte, se mantuvo en torno a 530 Hz. Los movimientos más amplios se observaron en las vocales preconsonánticas.

(1) Vocal en posición inicial VC, VC(V)

El F2 de la vocal en VC ascendió unos 155 Hz (79) situándose entre 1020 Hz y 1140 Hz en el punto de contacto con la consonante.

En VC(V) el movimiento fue muy similar, el F2 sufrió un ascenso de unos 128 Hz (99), apareciendo su frecuencia meta entre 900 Hz y 1160 Hz.

(2) Vocal en posición final CV/(V)CV

En CV la frecuencia del F2 sufrió un ascenso de unos 139 Hz (59), observándose su frecuencia meta en una banda entre 1020 Hz y 1240 Hz, mientras que en las sílabas (V)CV el ascenso fue de tan sólo 84 Hz (27), estando su frecuencia meta entre 950 Hz y 1130 Hz.

*Duración de las transiciones*

La duración de la transición más larga se observó en CV, 37'50 ms (12), seguido del contexto VC con 36'46 ms (9) de duración, seguido de VC(V) 32'03 ms (3) y, finalmente (V)CV cuya duración media de transición fue de 27'35 (3).

**e) Vocal [u]**

*Dirección y extensión de las transiciones*

El F2 fue el único formante que mostró una transición, claramente positiva, producida por la acción de la consonante dental. El F1 no alteró su frecuencia (situada por debajo de 390 Hz), en tanto que el F3, en algunos casos, no se apreció, y en aquellos que estuvo presente tuvo un movimiento diverso. Su frecuencia varió mucho entre los hablantes (2100 Hz y 2900 Hz), y ésta se vio afectada sólo en aquellos casos en los que aparecía entre la banda entre 2000 Hz y 2300 Hz, produciéndose un descenso drástico (entre 130 Hz y 210 Hz). Los movimientos más extensos de los formantes F2 se observaron en las sílabas con dos elementos.

(1) Vocal en posición inicial VC, VC(V)

La frecuencia del F2 en VC ascendió una media de 215 Hz (148),

apareciendo su frecuencia al final de la transición entre 840 Hz y 1090 Hz.

En VC(V) el movimiento fue ligeramente menor, el ascenso fue de unos 178 Hz (107), situándose su frecuencia meta entre 780 Hz y 1020 Hz.

(2) Vocal en posición final CV/(V)CV

En CV la frecuencia meta del F2 apareció entre 960 Hz y 1167 Hz, lo que supuso un ascenso de unos 226 Hz (106), mientras que en (V)CV el ascenso fue de unos 91 Hz (84), situándose su frecuencia meta entre 800 Hz y 1000 Hz.

*Duración de las transiciones*

Las duraciones de las transiciones observadas fueron las siguientes: en (V)CV 43'76 ms (4), en CV 39'07 ms (2), en VC(V) 36'72 ms (15) y, finalmente, en VC 33'60 ms (13).

## **f) Conclusiones generales de [θ]**

Las diferencias observadas entre los informantes se plasmaron en las frecuencias meta de las transiciones. Fueron muy claras en el caso de los formantes F3, cuyas frecuencias al final de las transiciones aparecieron en una banda de unos 1000 Hz (entre 2000 Hz y 3000 Hz), y también en los F2 de [i], dando como resultado casos de intersección entre los formantes de los hablantes (es decir, algunos F3 de unos hablantes presentaron una frecuencia similar a los del F2 de otros informantes).

Estas diferencias quedaron patentes, asimismo, en las desviaciones estándar de las medias de las extensiones de los movimientos de cada formante.

La variable «posición» también incidió en los resultados: en el caso de la vocal central y las vocales anteriores, los movimientos más amplios se observaron cuando dichas vocales aparecieron en posición posconsonántica, mientras que en las vocales abocinadas hubo una tendencia a que se produjeran movimientos más extensos en la posición preconsonántica.

La incidencia de la fricativa dental fue distinta en cada una de las vocales (gráficas 7-16):

(1) Los formantes de [a] no sufrieron grandes alteraciones en su frecuencia a excepción del F1. Su frecuencia en posición inicial descendió unos 86 Hz (11), mientras que en posición final fue de 149 Hz (0). El F2 mostró movimientos ascendentes y descendentes, dependiendo de la frecuencia; así, cuando ésta fue mayor de 1400 Hz el formante tendió a ascender mientras que cuando fue menor, la tendencia fue de descenso. Finalmente, el F3 se mantuvo a una frecuencia muy similar a la que partía, variando entre 2100 Hz y 2960 Hz.

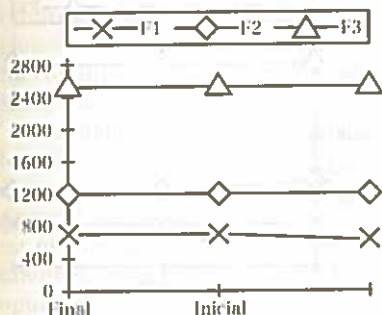
(2) El formante F2 de la vocal anterior [e] descendió unos 147 Hz (6) cuando la vocal se halló en posición inicial, y unos 212 Hz (15), si la vocal aparecía en posición final. Por su parte, el F1 y el F3 no mostraron transiciones, presentando frecuencias parecidas a las frecuencias iniciales de las transiciones.

(3) Tanto el formante F2 como el F3 de la vocal [i] descendieron en frecuencias, siendo más marcado el movimiento del F3. De este modo, en posición inicial las transiciones del F2 fueron negativas, descendiendo unos 105 Hz (24), mientras que en posición final el descenso fue de unos 214 Hz (106). El F3 sufrió descensos de unos 134 Hz en posición inicial, y 209 Hz (83) cuando la vocal apareció detrás de la fricativa.

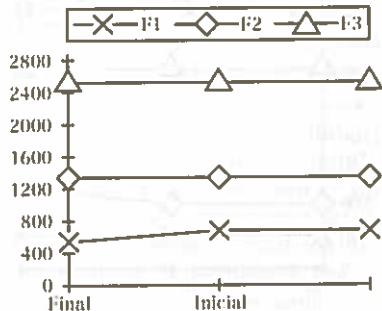
(4) El formante F2 de la vocal [o] ascendió como consecuencia de la influencia de la consonante. El ascenso fue de unos 142 Hz (19) cuando la vocal apareció delante de la consonante, y de unos 109 Hz (35), cuando ésta se encontraba detrás de la fricativa. El F1 no alteró sus frecuencias, en tanto que el F3 se mantuvo también con una frecuencia similar a la inicial (entre 2040 Hz y 3070 Hz).

(5) El formante F2 de la vocal [u] mostró un movimiento similar al del F2 de [o], ya que la frecuencia aumentó como consecuencia de la incidencia de la consonante. El ascenso fue de unos 197 Hz (26) en posición inicial, y de unos 159 Hz (95) en posición final. La frecuencia del F3 presentó una característica peculiar, ya que apareció en una banda entre 2000 Hz y 2900 Hz, dependiendo del informante, y, cuando la frecuencia se encontró por debajo de 2300 Hz sufrió un descenso muy claro (entre 130 Hz y 210 Hz), mientras que cuando apareció en zonas más altas presentó pequeñas oscilaciones tanto ascendentes como descendentes, según el hablante.

Por consiguiente, se observó que las vocales abocinadas tuvieron una transición del F2 positiva, las vocales anteriores presentaron transiciones negativas del F2 y del F3 (más marcadas las del F2 en el caso de [e] y las del F3 en [i]), y, finalmente, la vocal central no se vio muy afectada, excepto en el F1, que sufrió ciertos descensos.

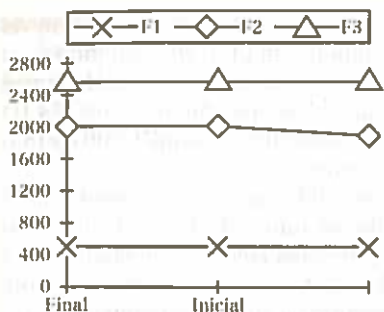


Gráfica 7. Transiciones de [a] [θ] ([a])

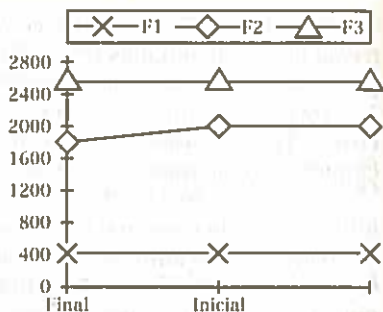


Gráfica 8. Transiciones de ([a]) [θ] [a]

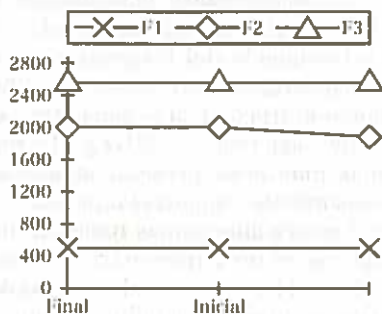




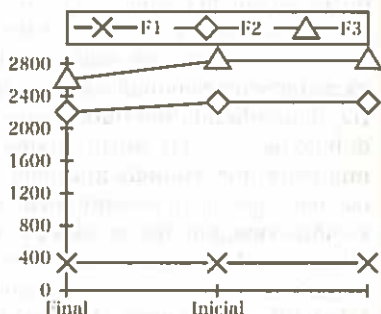
Gráfica 9. Transiciones de [e] [θ] [e]



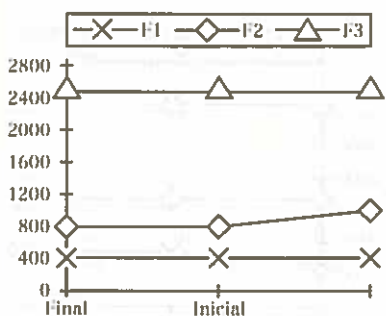
Gráfica 10. Transiciones de ([e]) [θ] [e]



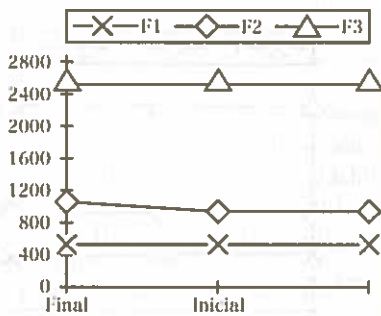
Gráfica 11. Transiciones de [i] [θ] [i]



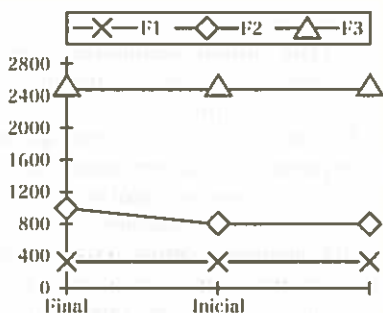
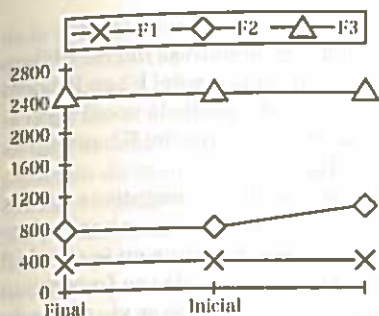
Gráfica 12. Transiciones de ([i]) [θ] [i]



Gráfica 13. Transiciones de [o] [θ] [o]



Gráfica 14. Transiciones de ([o]) [θ] [o]



Gráfica 15. Transiciones de [u] [θ] ([u]) Gráfica 16. Transiciones de ([u])[θ] [u]

Finalmente, las duraciones de las transiciones variaron según el hablante y la posición dentro de una estructura silábica determinada, y también según la vocal. En líneas generales, las duraciones más largas se observaron en CV y las más cortas en VC. Las duraciones de las transiciones fueron entre 27 ms y 45 ms.

Un test ANOVA de un factor puso de manifiesto que sólo la estructura silábica marcó diferencias significativas ( $F_{3, 16} = 3.62, p < 0.05$ ), mientras que las divergencias a consecuencia de la vocal o la posición en la sílaba no fueron relevantes, en términos estadísticos.

### 5.3. Comparación y conclusiones

#### *Dirección y extensión de las transiciones*

Las transiciones vinieron marcadas por la incidencia de ciertas variables. La extensión de los movimientos varió mucho de un hablante a otro («informante»), y las medias de estos desplazamientos presentaron desviaciones estándar altas que corroboraron esta afirmación. Las variaciones fueron diferentes en cada vocal y formante pero nunca superaron los 300 Hz de media en extensión.

La variable «posición» dejó una impronta a este respecto. Los movimientos que sufrieron los formantes de las vocales no fueron iguales cuando éstas se hallaban en posición preconsonántica o posconsonántica. En general, los formantes de las vocales central y anteriores experimentaron un mayor movimiento cuando la vocal apareció detrás de la consonante, mientras que en el caso de las vocales posteriores la tendencia fue la opuesta, es decir, mayor desplazamiento cuando la vocal precedió a la fricativa adyacente.

La dirección y frecuencias meta de los movimientos formánticos de las cinco vocales en la escala de frecuencias, causados por la presencia de las dos fricativas fueron distintas ya que estas consonantes, que entraron en contacto con los sonidos vocálicos, representan dos lugares de articulación

diferentes:

(1) [f], sonido labiodental, provocó transiciones negativas del F2 y F3 en los formantes de las vocales anteriores; negativas del F1 y del F2 en la vocal central y no influyó en las vocales abocinadas. En el caso de la vocal central [a] y [e] las transiciones más claras fueron las transiciones del F2, mientras que para la vocal cerrada [i] fueron las del F3.

(2) [θ], sonido dental, provocó transiciones del F2 negativas en los formantes de las vocales anteriores y positivas en las vocales abocinadas. El F3, asimismo, mostró una transición claramente negativa en la vocal [i] y, en algunos casos en [e], mientras que en el resto de vocales su frecuencia fue similar a la inicial. Por último, cabe añadir que el F1 sólo se vio afectado por la consonante en la vocal central, sufriendo un descenso de su frecuencia al final de la transición.

El análisis individual de cada vocal por separado revela las semejanzas y diferencias que provocaron estas dos consonantes:

(1) [a]: las T1 fueron negativas con ambas fricativas. Las T2 fueron negativas con [f] y se manifestaron en ambos sentidos con [θ]. Las T3 no se apreciaron en ningún caso, por lo que fueron neutras.

(2) [e]: las T1 fueron siempre neutras. Las T2 fueron negativas con las dos fricativas. Las T3 fueron negativas con [f] y neutras con [θ].

(3) [i]: las T1 fueron siempre neutras. Las T2 fueron negativas con ambas fricativas. Las T3 fueron claramente negativas con las dos consonantes.

(4) [o]: las T1 fueron siempre neutras. Las T2 fueron claramente positivas con [θ] y neutras con [f]. Las T3 fueron neutras con ambas fricativas.

(5) [u]: las T1 fueron siempre neutras. Las T2 fueron claramente positivas con [θ] y neutras con [f]. Las T3 fueron negativas, en ocasiones, con [θ] y no se apreciaron con [f].

Por tanto, donde se observaron la máxima diferencia entre las fricativas labiodental y dental fueron en las T2 de las vocales abocinadas y posteriores. El sonido labiodental no originó alteraciones en las frecuencias del F2 mientras que el sonido dental causó transiciones positivas en dicho formante.

Los resultados conseguidos en lo que se refiere a las direcciones de las transiciones de los formantes vocálicos en contacto con [f] coinciden con los de A. Quilis en todos los casos, excepto en la T3 de [a], ya que este autor afirma que es negativa, y los valores aquí propuestos apuntan a una ausencia de la misma. Los datos obtenidos en las transiciones de los formantes vocálicos en contacto con la fricativa dental difieren ligeramente de los de Quilis. En concreto, no se obtuvieron transiciones claras de los formantes de [a], mientras que A. Quilis afirma que son negativas; asimismo, los F3 de [o] y [u] del experimento realizado apenas sufren variación, en tanto que, dicho autor, señala que son negativas. En lo que se refiere a los demás valores se corroboran sus afirmaciones.

Cabe mencionar que A. Quilis no incluye las frecuencias meta ni las frecuencias iniciales de las transiciones, y debido a la evidente incidencia

de la variable «informante» observada en el experimento, no es de extrañar que se puedan apreciar direcciones distintas entre la presente investigación y la llevada a cabo por dicho autor.

*Las duraciones de las transiciones*

Los resultados de diversos tests ANOVA de un factor y de dos factores pusieron de manifiesto que las duraciones de las transiciones no sufrieron cambios significativos ni debido a la vocal ni a la posición de ésta en la sílaba. Sin embargo, la variable «estructura silábica» introdujo variaciones significativas, como se pudo constatar en los valores de «p» de cada consonante ( $p < 0'001$  para [f],  $p < 0'05$  para [θ]), observándose, en líneas generales, las transiciones más largas en las sílabas de dos elementos.

Finalmente, y dado que la incidencia de la vocal fue mínima, se puede efectuar medias de los valores obtenidos de las cinco vocales en cada posición silábica. De este modo, obtenemos un valor de la duración de una transición en esa posición en cada sonido consonántico, como se muestra en la tabla 1, en la que se confirma que las duraciones más largas se observaron en las sílabas con dos elementos.

	[f] (ms)	[θ] (ms)
CV	42,97 (1)	39,90 (3)
VC(V)	36,59 (2)	32,31(3)
(V)CV	30,01(3)	34,52(76)
VC	38,36(2)	36,03(5)

Tabla. 1 Duraciones de las transiciones medias en contacto con cada fricativa en los cuatro contextos

Se pueden, incluso, hacer las medias entre los valores de las fricativas, dado que las diferencias entre las dos consonantes fueron mínimas y no fueron significativas estadísticamente (según un test ANOVA de un factor). Así pues se obtiene una duración media de la transición en cada posición silábica. Los resultados, (CV 41'44 ms (2), VC(V) 34'45 ms (3), (V)CV 32'27 (3) y 37'20 ms (2) en VC), ponen de manifiesto que las diferencias entre las sílabas de dos elementos y las de tres varían entre 9 y 3 ms, con diferencias mínimas entre las duraciones que se corresponden a las vocales en posición preconsonántica y posconsonántica (entre 4 ms y 2 ms), lo que demuestra la poca influencia ejercida por esta variable («posición»). No obstante, no se puede olvidar el hecho de que además de la incidencia de la «estructura silábica», el «informante» fue determinante en los resultados (prueba de ello fueron las altas desviaciones estándar que acompañaron a las medias de las duraciones) y, por tanto, las duraciones están sujetas a cambios debido a dicha variable, fundamental y obligada a tener en cuenta en cualquier análisis de las transiciones con lenguaje natural no sintético.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Fry, D.B. (ed). 1976. *Acoustic Phonetics*, Cambridge: C.U.P.

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, 16061.

— 1958. «Cues for the Discrimination of American English Fricatives in Spoken Syllables», en D.B. Fry(ed), 1976, 284-97.

Marreno, V. 1990. «Estudio acústico de la aspiración en español», *R.F.E.*, 345-97.

Martí i Roca, P.J. 1986. «Parametres 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.

Martínez Celdrán, E. 1984. *Fonética*, Barcelona: Teide.1983.

Quilis, A. 1981. *Fonética Acústica de la Lengua Española*, Madrid: Gredos, Biblioteca Románica Hispánica.