EXPERIMENTO SOBRE EL TONO INTRÍNSECO DE LAS VOCALES CASTELLANAS

ANA MATEO

INTRODUCCION

Las posibles variaciones del tono intrínseco (o frecuencia fundamental)[1] de las vocales ha sido un asunto muy tratado. Ya en 1925, Crandall sugirió que la frecuencia fundamental vocálica varía directamente con la "altura" de la vocal, es decir, cuanto más alta es la vocal más alta es su frecuencia fundamental.

Desde los estudios de Crandall las teorías que han intentado dar una explicación a este hecho se han sucedido. Destacaremos las dos que han tenido mayor aceptación:

"Tongue-pull hypothesis" (Hipótesis de la tirantez de la lengua), propuesta por Lehiste (1970) y Ladefoged (1964) y otros (aunque repudiada posteriormente por el mismo Ladefoged a propósito de evidencias acerca de una corrrelación inversa entre la altura de la vocal y la posición de la laringe). Afirmaban que en la producción de vocales altas la lengua, al elevarse, ejerce una "tirantez" sobre la laringe que origina un aumento de la tensión de las cuerdas vocales y un aumento del número de vibraciones y, por tanto, una elevación del tono.

"Acoustic Coupling hypothesis" (Hipótesis del acoplamiento acústico), introducida por Atkinson (1973) y Lieberman (1970). Esta sugería que cuando el primer formante de la vocal es muy bajo, de modo que se sitúa cerca de su frecuencia fundamental -como ocurre en las vocales altas-, se produce un acoplamiento entre la cavidad bucal y las cuerdas vocales, de esta manera la primera determinaría la frecuencia de vibración de las cuerdas vocales.

El presente estudio no tiene como objetivo optar por una de las dos hipótesis expuestas. Nuestro punto de partida era hacer un análisis minucio-

1 A pesar de pertenecer a dimensiones distintas utilizaremos ambos términos indistintamente.

so de las vocales castellanas y determinar la existencia de diferencias tonales entre ellas. De este modo apoyaríamos el carácter universal de este fenómeno -la existencia de diferencias en el tono intrínseco de las vocales-, tal y como aseguró, entre otros, Ohala (1973) en unos estudios sobre el inglés y algunas lenguas europeas, africanas y asiáticas. También Zee (1978) y Hombert (1977) encontraron evidencias del fenómeno en lenguas tonales en las que su magnitud era menor para los tonos más bajos.

Por otra parte, Jacobsen observó que la posición del hueso hiodes era generalmente inversa a la altura de la vocal; por ejemplo, alta para la vocal [a] y baja para la [i]. Pero si la posición del hueso hiodes reflejara el músculo de la lengua sería de esperar que la vocal [a] tuviera la frecuencia fundamental más alta, pero esto no corresponde a la realidad. Precisamente lo contrario es lo que ocurre: los datos obtenidos nos permiten afirmar que la *frecuencia fundamental varía proporcionalmente a la altura vocálica* siendo más alta en las vocales altas como [i], [u] que en las medias, [e] y [o], y en éstas más alta que en la vocal articulada más baja [a]. Estos resultados ratificarían la segunda afirmación universalista del fenómeno.

Una vez comprobada la hipótesis universalista y ante los resultados positivos empezamos a examinar algunos de los factores que, potencialmente, podrían producir alteraciones en el tono intrínseco de las vocales. Dos fueron los experimentos llevados a cabo: en el primero (Exp I), comprobamos la universalidad del fenómeno, 1) examinamos si la serie vocálica posterior presentaba valores tonales superiores a los de sus correspondientes en la serie anterior y, 2) si las diferencias tonales entre las vocales altas y medias era superior al de éstas y la vocal baja. Finalmente, estudiamos las diferencias acentuales y la entonación como posibles modificadores del tono intrínseco vocálico. En el segundo experimento (Exp II), investigamos la existencia de variaciones del tono intrínseco vocálico producidas por el punto de articulación de las consonantes que enmarcan el contexto en el que fueron insertadas las vocales.

EXPERIMENTO I

Método

Partiendo de la hipótesis según la cual existen diferencias tonales entre las vocales castellanas destacaremos un factor que podía alterar el tono:el acento. Así, distinguimos entre realizaciones tónicas y realizaciones átonas dentro de un mismo contexto fónico: [p-'p-]; [p-p-']. Elegimos un sonido bilabial oclusivo sordo por dos razones: 1) porque se articula sin la ayuda de

la lengua por lo que todo efecto tonal se debería exclusivamente a la articulación vocálica, y 2) porque los sonidos oclusivos sordos aparecen como vacíos en las representaciones gráficas lo que permite delimitar las vocales con exactitud.

Las vocales fueron introducidas en las frases portadoras: [diga p-p- por favor]. Creímos conveniente distribuir las vocales en cuatro grupos, atendiendo a su posición en el contexto: sílaba tónica inicial de palabra, sílaba átona inicial de palabra, sílaba átona final de palabra y sílaba tónica final de palabra. Con ello pretendíamos determinar si la posición provoca una alteración del tono a causa de la entonación de la frase. Las frases que había que emitir eran diez. De este modo, obtuvimos cuatro realizaciones por vocal pero con diferente intensidad y en diferente posición.

Los informantes fueron quince hombres y quince mujeres de edades comprendidas entre los 20 y los 27 años y todos ellos estudiantes de la Universidad de Barcelona. Cada uno pronunció las diez frases de forma continuada, sin pausas. Dada la brevedad del texto ninguno de los informantes tuvo problemas para hacerlo sin interrupción. El número total de datos que recogimos fue de 600:

		Hombres	Mujeres
Realizaciones	Posición p-'p-	5 tón - 5 át	5 tón - 5 át
vocálicas	Posición p-p-'	5 tón - 5 át	5 tón - 5 át
Total datos por informante		10 tón - 10 át	10 tón - 10 át
Informantes		x 15 x 15	x 15 x 15
Total		150 tón - 150át	150 tón - 150 át
Total parcial		300	300
Total global		600	

El tono de cada vocal fue obtenido gracias a un aparato especializado en esta labor: el Visi-Pitch[2]. A través de un programa de ordenador permite visualizar las realizaciones fonéticas en una pantalla atendiendo a dos parámetros previamente seleccionados: el tono fundamental y/o la intensidad. La voz se introduce por medio de un micrófono de contacto o por un sistema de línea interna cuando se utilizan grabaciones (como fue en nuestro caso: todo nuestro material de trabajo había sido registrado previamente en

2 Para una descripción detallada vease: L. Romera y V. Salcioli: *Los instrumentos en un laboratorio de fonética: El Visi-Pitch controlado por ordenador*. Revista "Estudios de Fonética Experimental" II. PPU. Barcelona 1986. (páginas 249-280).

una grabadora de alta fidelidad -marca "Uher", modelo 4000R). Una vez dibujada en la pantalla una de las frases, con la ayuda de unos cursores se puede aislar la vocal objeto de análisis de la secuencia a la que pertenece (Gráfico A). Ahora, seleccionando una de las opciones del menú principal, ya se puede pasar al análisis para conocer los valores estadísticos del sonido situado entre los dos cursores (Gráfico B).

El proceso descrito fue el que llevamos a cabo para cada una de las 600 vocales. Los resultados obtenidos quedan reflejados en los gráficos números 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Los gráficos 1 y 2 corresponden a las medias aritméticas para el conjunto total de datos. Los retantes reproducen los valores parciales de cuatro informantes (2 hombres y 2 mujeres). El objeto de estudiar a estos sujetos de una manera particular obedece a un deseo de fiabilidad: nos preguntamos hasta qué punto las medias aritméticas globales podían ser representativas. El resultado final mostrará, como veremos más adelante, que se corresponden a los resultados parciales y, por tanto, son representativas.

Gráfico A

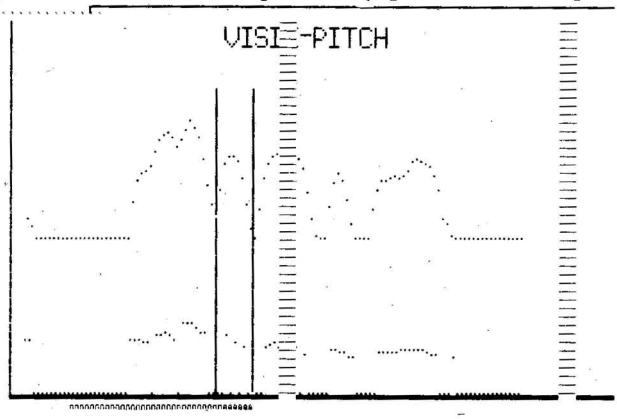


Gráfico B

```
STATISTIC          COL #1 COL #2   CHANGE
VALUES ARE FOR ALL DATA BETWEEN CURSORS

AVERAGE F0         134.2  134.2    0.0 HZ
EXTENDED AV. F0     ---    ---     --- HZ
AVERAGE DB          44.5   44.5    0.0 DB

TIME BET. CURSORS  .143   .143    .000  S

PERTURBATION       1.54   1.54    0.00  %

MAXIMUM F0         156.4  156.4    0.0 HZ
MINIMUM F0         127.1  127.1    0.0 HZ
F0 RANGE           29.3   29.3     0.0 HZ

F0 AT L             0.0    0.0     0.0 HZ
F0 AT R             0.0    0.0     0.0 HZ
INTENSITY AT L     35.8   35.8     0.0 DB
INTENSITY AT R     30.0   30.0     0.0 DB
     TO PRINT THIS SCREEN PRESS 'P'
NEXT SET OF STATISTICS WILL BE IN COL 1
COL #1 --- CURRENT INPUT DATA
COL #2 --- CURRENT INPUT DATA
<-- COLUMN -->       RETURN FOR OPTIONS
```

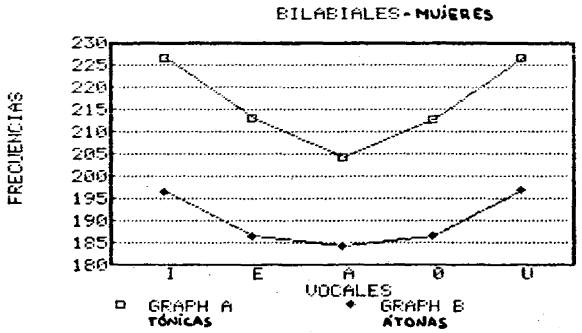
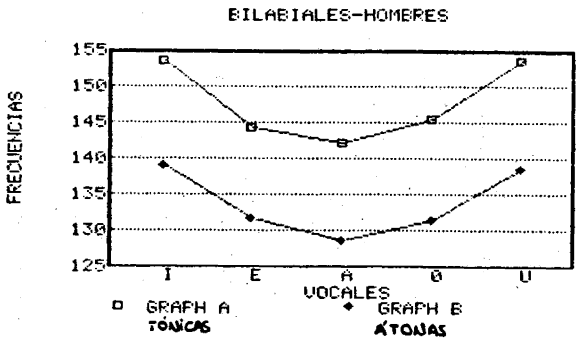


Gráfico 1



Gráf. 2

Gráfico 2

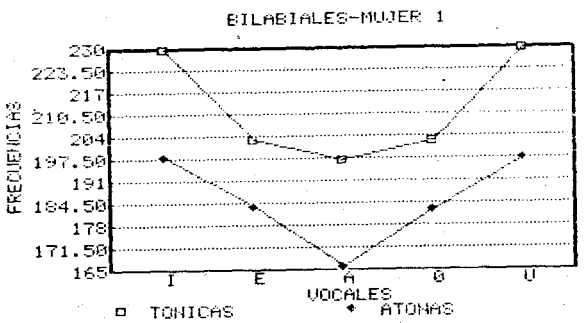


Gráfico 3

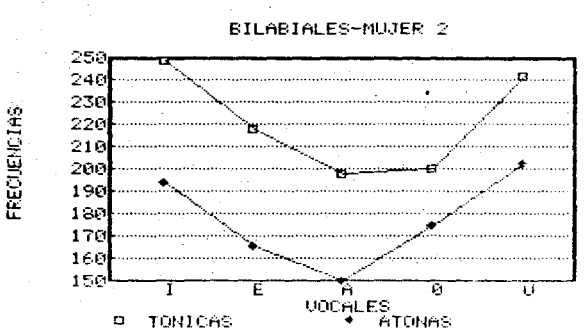


Gráfico 4

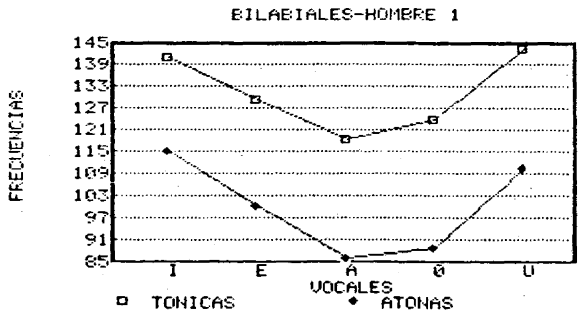


Gráfico 5

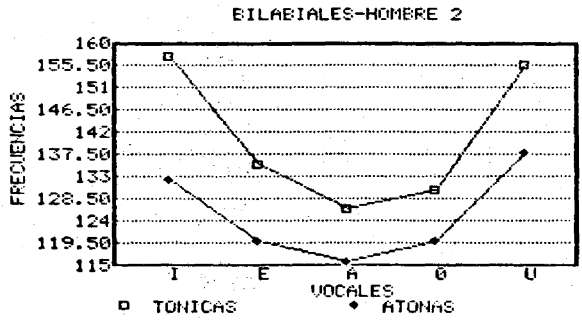


Gráfico 6

Discusión

Como muestran los gráficos, podemos dar por válida la hipótesis de la que partíamos y afirmar que *existen diferencias tonales entre las distintas vocales castellanas*. El análisis estadístico para determinar la signifivatividad (análisis de la varianza) de las diferencias resultantes es negativo, tanto para las medias generales (Gráficos 1 y 2) como para las particulares (Gráficos 3, 4, 5 y 6). Llegamos a esta conclusión después de comprobar los valores del estadístico **F**: en todos los casos el valor de **F**, que obteníamos después de aplicar el análisis de la varianza, era inferior al valor registrado en las Tablas de la Ley de Snedecor, que es 4 con un riesgo del 0.05% y 7.08 con un riesgo del 0.01%.

Respecto a la cuestión planteada de si *el tono varía directamente con la altura vocálica,* podemos contestar afirmativamente. Todos los informantes (Gráf. 3, 4, 5 y 6) muestran esta correlación. Los datos globales (Graf. 1 y 2) corroboran los resultados anteriores. La vocal [a] que se articula con la lengua en posición "baja", respecto a las demás, presenta la frecuencia fundamental más baja en todos los casos. Del mismo modo, las vocales articuladas con la lengua en posición más alta, como son [i] y [u] tienen el tono intrínseco con los valores más elevados. Las vocales medias [e] y [o] presentan valores intermedios como correponde a la altura media que alcanza la lengua en su articulación.

En trabajos anteriores se había comprobado la existencia de diferencias tonales entre las vocales anteriores y las correspondientes posteriores (Tesis M.J.Solé ,Ohala y Eukel (1976))[3]. A pesar de estas conclusiones, en este estudio no podemos apoyar su existencia ya que los datos obtenidos de *las vocales de la serie anterior no difieren* apenas *de los obtenidos en la serie posterior*. Estadisticamente tampoco son significativas estas posibles diferencias y, en algunos casos, las vocales anteriores presentan valores más altos que los de sus correspondientes posteriores. Este es el caso del informante 2 (Gráf. 4) con una frecuencia fundamental media en las vocales tónicas de 217.5 Hz para la [e], mientras que la [o] se sitúa en los 200 Hz. La [i] tiene una frecuencia fundamental media de 249 Hz y la [u] de 242 Hz.

Fenómeno similar le ocurre al informante masculino (Gráf. 5) al que la frecuencia fundamental de las vocales átonas [e] e [i] es más alta que la frecuencia fundamental de [o] y [u] también en posición átona: 109.5 Hz para [e] frente a los 89 Hz de [o]. 115 Hz alcanza la [i] frente a los 110.5 Hz de la

3 Se basaban en el supuesto de que en la articulación de las vocales posteriores la tensión generada por la elevación del cuerpo y la raíz de la lengua se transmite más directamente hacia la laringe que cuando es la corona la zona susceptible de elevación.

[u]. Paralelamente, en la serie tónica la vocal [e] presenta un tono intrínseco de 134.5 Hz mientras que la [o] se sitúa en los 124 Hz.

Nuestros resultados coinciden con los que obtuvo J.F.Dorado (1985)[4]. Como él, creemos que la lengua ofrece un poder atenuador cuando adquiere una posición "retraída", como sería el caso de la articulación de [u] y [o]. De este modo, la lengua, al recogerse, suavizaría la tensión provocada por su elevación. En el mismo sentido que la serie anterior atenuaría la tensión generada por la elevación de la corona de la lengua.

Otra cuestión que puede ser analizada a partir del estudio de los datos es que los intervalos entre las vocales medias [e] y [o] y altas [i] y [u] son superiores a los que se sitúan entre las primeras y la vocal baja [a]. Como muestran los gráficos 1 y 2 existe una diferencia superior entre las vocales altas y medias que entre éstas y la vocal baja. Esta misma tendencia la podemos observar en los gráficos 3, 4, 5 y 6 para lo que se refiere a las realizaciones tónicas y en los gráficos 4 y 6 en el caso de las átonas. Los gráficos 3 y 5 difieren del resto y presentan los siguientes intervalos: el informante 3 tiene unas diferencias de 17.5 Hz entre [a] y [e] y de 14.5 Hz entre [e] e [i]. En la serie posterior, 14.5 Hz separan [a] de [o], pero 15 Hz [o] de [u]. De forma similar, el hablante 5 tiene un intervalo entre [a] y [e] átonas de 14 Hz, pero el existente entre [e] e [i] es de 15 Hz. En la serie posterior se sigue la tónica "normal" si bien el intervalo entre [a] y [o] es muy pequeño, 3 Hz, disparándose las diferencias entre [o] y [u] que alcanzan los 21 Hz.

Creemos que estos resultados se deben a que los dos informantes eran hablantes de castellano y catalán. Estos hablantes utilizan dos sistemas fonológicos distintos. Su empleo está sujeto a influencias mutuas, es decir, el sistema fonológico vocálico del catalán, que presenta cuatro grados de abertura puede haber influido en la producción de las vocales castellanas, cuyo sistema sólo tiene tres grados de abertura.

En los gráficos queda suficientemente claro que existen unas diferencias importantes y uniformes entre el tono intrínseco de las vocales tónicas y el de las vocales átonas.

La idea de presentar realizaciones con alternancia acentual en el test de muestreo obedecía a determinar si, además del parámetro tonicidad frente a atonicidad, la posición podía alterar el tono intrínseco vocálico. Los resultados muestran que así sucede: cuando la vocal va precedida por una vocal átona, la primera repercute en el tono de la segunda de manera que lo eleva. Así, las diferencias entre el tono de la vocal átona y de la vocal tónica nos resultaban generalmente menores si la frase portadora era [diga p-'p-

4 J.Dorado realizó un trabajo experimental sobre el tono intrínseco de las vocales castellanas.Este trabajo ha sido la base de nuestro experimento.si bien sus resultados no fueron los esperados (con las voces femeninas no obtuvo los resultados que describe la teoría universalista) sus experiencias, negativas o positivas, nos han sido de gran ayuda en la formulación y desarrollo de nuestro trabajo experimental.

por favor] que si correspondia al modelo [diga p-p-' por favor]. Véase por ejemplo, los valores y diferencias de los cuatro informantes:

Informante I	A	E	I	O	U
p-'p-	*192/179	208/199	1216/207	190/216	222/208
p-p-'	202/158	198/168	241/189	193/171	237/181
Informante II					
p-'p-	217/194	230/190	257/240	213/203	232/203
p-p-'	175/138	205/142	241/149	187/148	252/204
Informante III					
p-'p-	113/105	128/108	153/124	128/93	111/101
p-p-'	124/67	131/93	129/106	120/83	176/121
Informante IV					
p-'p-	122/117	135/125	170/149	125/129	161/146
p-p-'	130/113	125/115	141/116	146/111	154/130

*La primera cifra corresponde a la vocal tónica y la segunda a la vocal átona.

No sólo apreciamos un aumento del tono intrínseco de la vocal en posición postónica sino que incluso este tono es superior al de la vocal acentuada en algunos casos (Informante I, [o] 190/216 Hz; Informante IV, [ó] 125/129 Hz. Este mismo fenómeno fue observado en otros informantes). El aumento tonal no es un efecto gratuito: ya M.J. Solé (1983) a propósito de cuestiones sobre el acento castellano afirmaba: "Se ha de tener en cuenta, sin embargo,que el cambio de tono no está siempre presente en la vocal acentuada...". La descripción tradicional del acento como "una elevación del tono" debe ser matizada: el acento provoca una elevación del tono intrínseco vocálico, pero no actúa como un factor aislado, es decir, no solamente es el acento el que comporta este aumento; debemos tener en cuenta la entonación de la frase.Esta actúa también como modificador tonal.

Si bien no hemos hallado soporte estadístico de significatividad de las diferencias en los puntos anteriores, por lo que respecta a la distinción tóni-

co/átono, estadísticamente existen diferencias significativas entre los dos parámetros. Revisemos los valores de **F**:

[á] / [a]	**F** = 6.17
[é] / [e]	**F** = 5
[í] / [i]	**F** = 11.4
[ó] / [o]	**F** = 7.51
[ú] / [u]	**F** = 14.02

Todos los valores de **F** son superiores a 4.00 (con un riesgo del 0.05), índice proporcionado por las Tablas de la Ley de Snedecor. Con un riesgo del 0.01 el índice en la tabla es de 7.31, por lo que sólo tendríamos diferencias significativas entre [í] / [i] , [ó] / [o] y [ú] / [u].

Para concluir debemos hacer una observación: en general, hemos dedu-cido la correlación siguiente: cuanto más aguda es la voz del sujeto mayores son las diferencias tonales entre las vocales que articula. Así, las voces femeninas frente a las masculinas presentan esta correlación. Comparando los Gráficos 1 y 2 podemos apoyar esto: las diferencias entre [á] , [ó] y [é] se sitúan alrededor de los 8 Hz en las realizaciones femeninas, mientras que sólo las separan 3 Hz en las masculinas. Si bien no ocurre en todos los casos (en las realizaciones átonas de [a], [e] y [o] los valores apenas varían) similares comportamientos ya fueron apuntados por otros investigadores.

EXPERIMENTO II

Introducción

Una vez determinadas las diferencias en la frecuencia fundamental de las cinco vocales del castellano pasamos a examinar si un factor como el punto de articulación podía alterar esta frecuencia fundamental vocálica. En el Experimento I ya quedó manifiesto que la utilización de la oclusiva bilabial sorda [p], que no utiliza la lengua para su articulación, se debía a evitar posibles diferencias o variaciones tonales causadas por los movimientos de la lengua.

Partimos de la siguiente hipótesis: los movimientos de la lengua en la articulación de diversas consonantes provocan un aumento de la tensión generada que incide en el tono intrínseco de las vocales, elevándolo [5]

Utilizamos en el test de muestreo oclusivas dentales sordas y oclusivas velares sordas, ambas articuladas con la ayuda de la lengua. Si nuestra hipótesis era cierta los valores que obtuviéramos debían ser más altos que lo que conseguimos en el anterior experimento y de este modo podríamos afirmar que el punto de articulación es otro factor a sumar a los que producen alteraciones del tono intrínseco vocálico.

En estudios anteriores como en el de House y Fairbanks (1955) se mostraba que el tono intrínseco de las vocales era más bajo si la consonante precedente era sorda o si la consonante final era velar o palatal. Concluían señalando que los datos encontrados en otros estudios eran útiles para la búsqueda de un modelo entonacional porque la altura vocálica, según ellos, era uno de los numerosos parámetros que influyen sobre la frecuencia fundamental vocálica.

Nuestros resultados no apoyan las conclusiones de House y Fairbanks, como veremos más adelante, si bien apoyamos su afirmación final.

Método

El método utilizado para el segundo experimento no difiere en esencia del empleado en el primero. Como el material de estudio era las cinco vocales castellanas en contacto con consonantes oclusivas dentales y velares sordas,el número total de realizaciones fue de 20.Las frases portadoras tenían la estructura: [diga k-'k- cada vez] y [diga k-k-' cada vez]; [diga t-'t- todavía] y [diga t-t-' todavía].

Continuamos haciendo la distinción entre tónicas y átonas y conservamos las dos posiciones acentuales para comprobar si el factor entona-cional persistía.

Los informantes fueron los mismos que utilizamos en el experimento I ya que de otro modo los datos no hubieran sido comparables debido a su fal-

5 Nos basamos para formular la hipótesis en estudios sobre fonética articulatoria.Por ejemplo, veamos lo que opina E.Martínez Celdrán:

" Lengua es un órgano muscular enormemente activo y flexible que puede adoptar ilimitadas posiciones en la cavidad oral... En los filmes radiológicos se observa su gran dinamismo y su importante papel desempeñado en cada uno de los sonidos en los que toma parte". (Fonética Ed. Teide, pág. 164).

falta de homogeneidad. Los 15 hombres y las 15 mujeres pronunciaron las 20 frases haciendo una pausa al llegar a la número 11 para evitar problemas respiratorios que desvirtuarían su producción.

El método de análisis de las realizaciones emitidas fue el mismo que ha sido descrito para el experimento I.

Como el objetivo del experimento era analizar si el cambio en el punto de articulación provocaba alguna alteración en el tono intrínseco vocálico, no repetimos ninguna de las observaciones hechas en el Experimento 1, excepto la distinción entre tónicas y átonas.

Los datos obtenidos para los hombres quedan reflejados en los Gráficos 9 y 10.El primero está compuesto por las medias aritméticas de todos los informantes cuando las vocales estaban en un contexto velar ([diga k-'k-'cada vez], gráfico 9) o cuando el contexto es dental ([diga t-'t-' todavía], gráfico 10). La línea más alta representa el tono medio de las vocales tónicas y la más baja el de las vocales átonas. Distribución paralela tienen los gráficos 7 y 8 que corresponden a las realizaciones femeninas. Los Gráficos 11, 12, 13 y 14 son una comparación entre todos los puntos de articulación estudiados atendiendo a los parámetros de voz masculina (Gráf. 13 y 14), voz femenina Gráf. 11 y 12), realizaciones tónicas (Gráf. 11 y 13) y realizaciones átonas Gráf. 12 y 14).

RESULTADOS

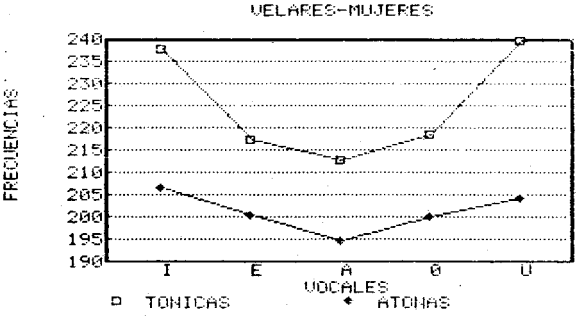


Gráfico 7

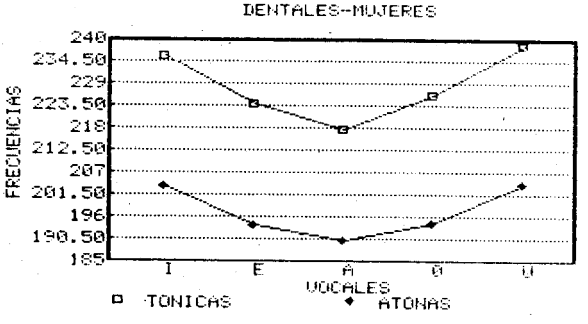


Gráfico 8

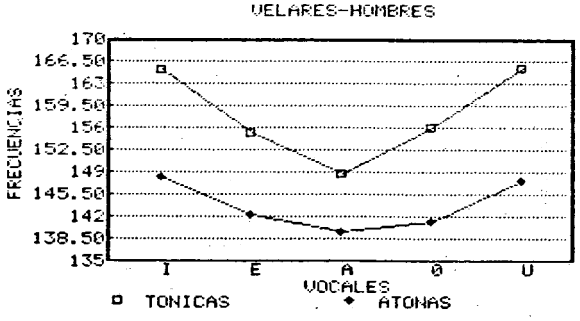


Gráfico 9

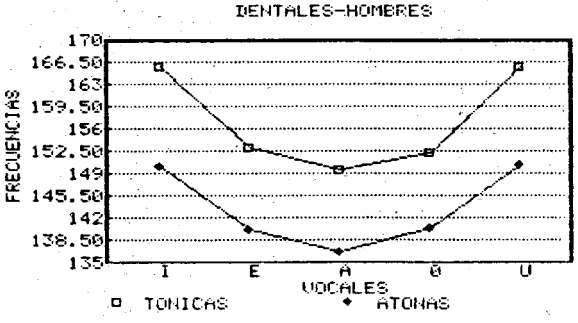


Gráfico 10

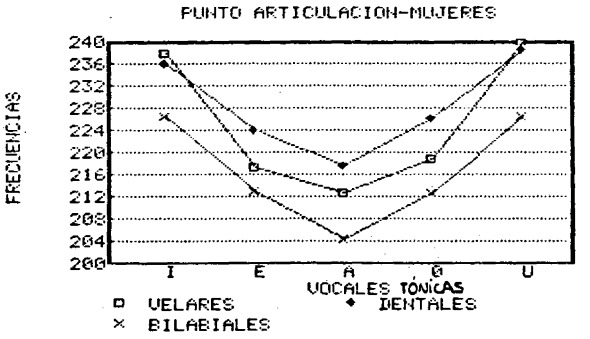


Gráfico 11

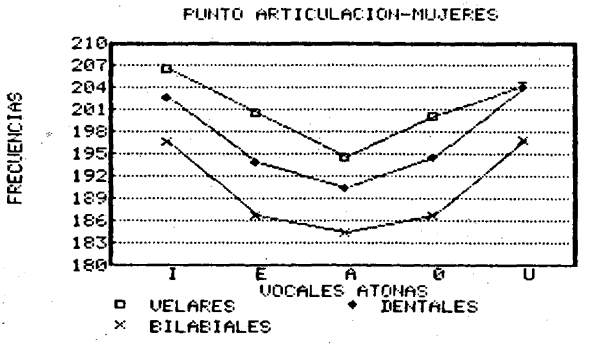


Gráfico 12

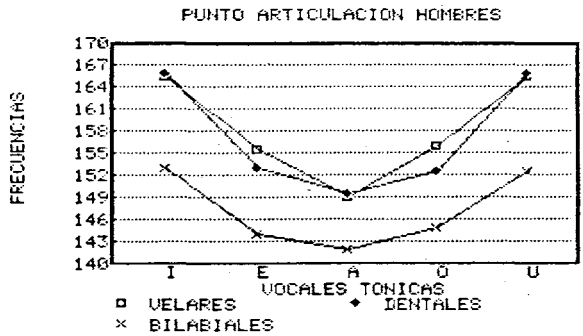


Gráfico 13

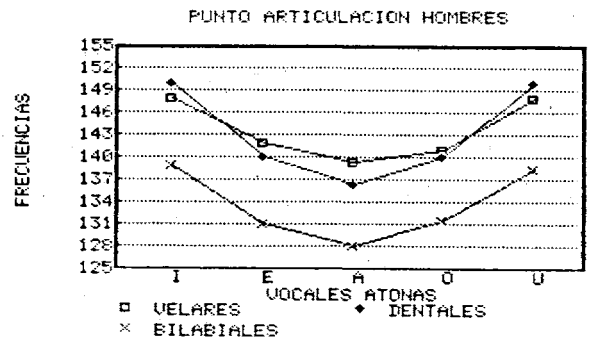


Gráfico 15

Discusión

Después de repasar los gráficos 11, 12, 13 y 14 estamos en condiciones de afirmar que *el punto de articulación es otro de los factores que altera la frecuencia fundamental vocálica*. En los cuatro gráficos las vocales dentro de un contexto bilabial presentan una frecuencia fundamental sensiblemente más baja que si el contexto es dental o velar. Si bien no contamos con soporte estadístico[6] (y por lo tanto las diferencias no son significativas desde este punto de vista) lo cierto es que los movimientos de la lengua en la articulación de un sonido velar o dental repercuten en las vocales siguientes.

En la articulación de la consonante oclusiva velar sorda [k] la lengua se recoge en dirección a la parte inferior de la cavidad bucal. Esta posición genera una tensión que se transmite a la tensión producida por la articulación propia de una vocal (como ya hemos apuntado a propósito de la distinción entre la serie anterior y la posterior) y produce un aumento del tono intrínseco vocálico. De la misma manera ocurre si la consonante es una oclusiva dental sorda [t]. En este caso la tensión producida por la lengua al apoyarse contra los incisivos superiores se extiende a la vocal que será articulada a continuación.

Estas influencias no deben extrañarnos ya que en la articulación de los sonidos de una secuencia fónica es frecuente que aún no se haya acabado de articular un sonido cuando los órganos ya se dirijan a la posición del sonido siguiente. Este hecho hace que las influencias entre unos y otros se produzcan, tal y como muestran los filmes radiológicos.

CONCLUSIONES

Después de describir los resultados obtenidos hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1.- La teoría universalista que propone 1)diferencias tonales intrínsecas entre las vocales y 2) que estas diferencias varían proporcionalmente a la altura de la vocal, es aplicable a las vocales castellanas.

2.- Las vocales de la serie posterior no poseen un tono intrínseco superior al de las vocales de la serie anterior ya que ambas series sufren el poder atenuador de la lengua en su articulación.

6 Los valores que obtuvimos del estadístico F siempre se situaron por debajo del valor de las Tablas de la Ley de Snedecor. Valores de un 4.00 con un riesgo del 0.05% y de un 7.31 con un riesgo del 0.01%.

3.- En general, las diferencias tonales entre las vocales altas y medias es superior a las diferencias entre éstas últimas y la vocal baja.

4.- Las vocales tónicas presentan su frecuencia fundamental más alta que las mismas vocales en posición átona.

5.- La entonación produce modificaciones tonales de modo que el tono de las vocales átonas en posición postónica se eleva considerablemente. Si la vocal ocupa una posición pretónica su tono intrínseco es menor.

6.- Las vocales agudas tienen mayores diferencias tonales que las vocales graves.

7.- Por último, el punto de articulación altera el tono intrínseco vocálico: la acción de la lengua es decisiva. Cuando la lengua interviene en la articulación de las consonantes que preceden a las vocales, la tensión que genera hace aumentar la frecuencia fundamental vocálica.

REFERENCIAS

ATKINSON, J.E. (1973): "Intrinsic F_0 in vowels: physioloogical correlates" en el *Journal of the Acoustical Society of America* 53, 346.

CRANDALL, J.B. (1925): "Te Sounds of Speech" en *Bell System Technical Jounal*, 4 (págs. 586-626).

HOMBERT (1977): "Consonant types, vowel height and tone in Yoruba" en *Studies Afric-Linguistic*, 8 (págs. 173-190).

HOUSE y FAIRBANKS (1955): "The influence of consonant environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels" en el *Journal of the Acoustical Society of America*, 35 (págs. 84-92).

LADEFOGED, P., (1964): "Some possibilities in speech synthesis" en *Language and Speech*, 7 (págn. 205-214)

---------- (1964): "A phonetic study of West African Languages" en *West African Language Monograph*, series 1 (Cambridge).

LEHISTE, I., (1970): *Suprasegmentals*, Cambridge, Mass,MIT Press.

LIEBERMAN, P., (1970): "A study of prosodic features "*HL-SRSR*, 23 (págs. 179-205).

OHALA, J.: "The physiology of tone" en *Consonants Types and Tone*, ed. por L. Hyman (Univ. de Southern California Press. Los Angeles) (págs. 1-14).

ZEE (1978): "The interaction of tone and vowel quality", UCLA Work. Pap. Phonet., 41 (págs. 53-63).

BIBLIOGRAFIA

EWAN, W.: "Can the intrinsic vowel F_0 be explained by source/tract coupling?" en el *Journal of the Acoustical Society of America*. Vol. 66, N°2 August 1979 (págs. 358-362).

MARTINEZ CELDRAN, E.: *Fonética*. Ed.Teide, Barcelona,1986.

OHALA, J. y EUKEL, B.: "Explaining the Intrinsic Pitch of Vowels". Artículo expuesto en el congreso de la Sociedad Acústica de América en Noviembre de 1976, San Diego, California.

ROMERA, L. y SALCIOLI, V.: "Los instrumentos en un laboratorio de fonética: El Visi-Pitch controlado por ordenador", en *Estudios de Fonética Experimental II*, PPU. Barcelona, 1986 (págs. 294-280).

SHADLE, C.: "Intrinsic fundamental frequency of vowels in sentence context" en el *Journal of the Acoustical Society of America* Vol. 78, nº 5 Nov. 1985 (págs. 1562-1567).

SOLE, M.J.: "Experiment sobre el to intrínsec de les vocals catalanes a dos idiolectes". (Tesis doctoral).

-------- "Experimento sobre la percepción del acento" en *Estudios de Fonética Experimental I* , PPU. Barcelona, 1985 (págs. 131-242).