

**DETERMINACIÓN DEL LOCUS DE LAS OCLUSIVAS SORDAS
MEDIANTE ECUACIONES POLINÓMICAS:
PRIMERA APROXIMACIÓN.**

ISABEL GALERA IBÁÑEZ Y E. MARTÍNEZ CELDRÁN
*Laboratori de Fonètica, Facultat de Filologia,
Universitat de Barcelona*

SERGI ROIG I BALAGUÉ
*Facultat de Física
Universitat de Barcelona*

RESUMEN

En 1955, un artículo de Delattre, Liberman y Cooper proponía la existencia de un punto acústico que permitiría categorizar el punto de articulación a partir de las transiciones de la vocal siguiente de una secuencia VCV. Este punto fue denominado "locus". Estudios posteriores realizados por Lehiste y Peterson (1961), Fant (1973), Kewley.Port (1982), etc. para confirmar la existencia del locus, llegaron a la conclusión de que no podía afirmarse que este punto existiera realmente. Hemos podido comprobar empíricamente que el locus es una intersección de los valores de F2 de las vocales de una secuencia VCV. Los valores se aproximan mediante polinomios de grados 3 y 2 (del tipo $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ y $y = ax^2 + bx + c$) poniendo en función el tiempo y la frecuencia. Se han analizado 609 muestras pertenecientes a 10 hablantes (6 hombres y 4 mujeres), que produjeron combinaciones VCV en todos los contextos vocálicos del castellano. Hemos establecido tres intervalos según el punto de articulación: bilabial: de 0 a 1000 Hz, alveolar: de 1500 a 2000 Hz, velar grave: de 1050 a 1499 Hz, velar palatal: de 2001 a 3500. Los resultados obtenidos de predicciones correctas son los siguientes: bilabial: 81,96%, dentoalveolar: 72,06%, velar: 82,63%. Esto es suficiente para considerar la existencia del locus, tal como lo concibieron Delattre et.al. (1955), y para sugerir que las ecuaciones polinómicas pueden ser capaces de ilustrar invariación acústica.

ABSTRACT

In 1955, an article by Delattre, Lieberman y Cooper proposed the existence of an acoustical point that would allow the categorization of the articulation point from the next vowel of a VCV sequence. This point was called "locus". Subsequent studies carried out by Lehiste and Peterson (1961), Fant (1973), and Kewley.Port (1982)etc. in order to confirm the reality of such a parameter, concluded that it was not possible to establish such an invariant point. We have found that the locus is an intersection line, formed by the F2 values of the neighboring vowels of a VCV sequence. F2 values are approximated by means of a three-degree and two-degree polynomial ($y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ and $y = ax^2 + bx + c$), relating time and frequency. 609 data samples from 10 speakers (6 male and 4 female) that produced VCV tokens in all vowel contexts in Spanish were analyzed. Three intervals were established for each articulation point. Bilabial: from 0 to 1000 Hz, alveolar: from 1500 to 2000 Hz, velar: from 1050 to 1499 Hz, palatal velar: from 2001 to 3500. Polynomial best-fits

yielded the following classification rates: bilabial: 81,96%, dental: 72,06%, velar: 81,63%. We believe this to be enough to consider the reality of the Haskins locus concept, and also to suggest that polynomial equations are capable of illustrating acoustic invariance.

1. PRESENTACIÓN

Los estudios realizados por Delattre, Liberman y Cooper (1955), utilizando el sintetizador "pattern playback", mostraron que las transiciones de los segundos formantes pueden utilizarse como pistas para la discriminación del punto de articulación de consonantes oclusivas. Observaron que las transiciones de F2 de la vocal siguiente apuntaba a un cierto lugar de las frecuencias que dependía del punto de articulación de la consonante. Este punto imaginario, que se denominó "locus", se mostró independientemente del contexto, es decir, de las vocales vecinas y, por tanto, era un parámetro invariante. Decimos que el punto era imaginario puesto que no existe nada físico que lo represente; tampoco es el punto de origen de las transiciones, pues como demostraron estos autores, cuando se dibujaron los distintos formantes con un punto de origen situado en los 1800 Hz, se oyeron los tres puntos de articulación; sin embargo, cuando eliminaron las 50 milésimas de segundo iniciales consiguieron que se oyera una única consonante: [d], como se ve en la figura siguiente:

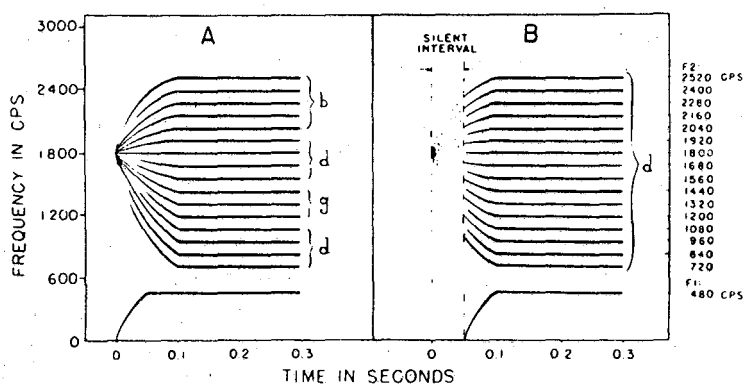


Fig. 1 (Apud Delattre et alii, 1955)

En los años siguientes, se llevaron a cabo estudios basados en el habla natural, pero no lograron obtener resultados satisfactorios. Lehiste y Peterson [1961] encontraron grandes variaciones en el comienzo de las transiciones y, por tanto, no consiguieron establecer tres loci claramente. Ohman [1966] tampoco lo logró en un estudio sobre el sueco. G. Fant [1973] indicó que las transiciones de F2 y F3 no eran suficientes para establecer los puntos de articulación y criticó el concepto de locus por ser demasiado simple y ser aplicable sobre todo a la síntesis y no tanto al habla natural. Por último, Kewley-Port [1982] concluyó que el comienzo de los F2 no servía como pista acústica invariante para señalar el punto de articulación. Además, Liberman et alii [1967] arguyeron que la variabilidad evidente de las transiciones, visible por ejemplo en la figura 2:

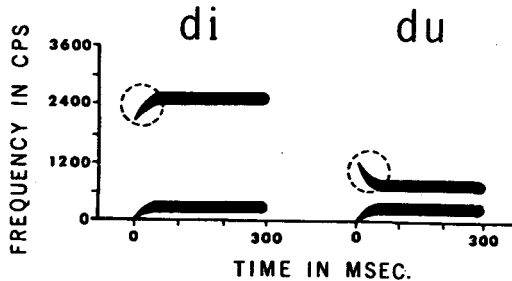


Fig. 2 (Apud Liberman et alii, 1967)

era una prueba clara de que no existía una invariación acústica y que el concepto de locus era ante todo un concepto articulatorio. El lugar de articulación sí es verdaderamente invariante, lo cual apoya la teoría motriz de percepción del habla que estos autores propugnan.

No obstante, a pesar de todas estas manifestaciones contrarias al inicial concepto de locus de Haskins, creemos que es posible que no se haya encontrado la técnica objetiva que permita encontrar el locus basándose en los datos acústicos de las transiciones del habla natural y que, además, ese locus pueda ser determinado frecuentemente por un método matemático riguroso.

En Martínez Celdrán 1984 [p. 214 y ss] ya se sugería la posibilidad de determinar el locus por el cruce de las líneas apuntadas por las transiciones vocálicas. Teniendo en cuenta que el

locus es un punto donde convergen las transiciones vocálicas, tenemos que continuar la dirección apuntada por la transición de la vocal precedente con una línea. La misma operación debe hacerse con la vocal siguiente de modo que ambas líneas terminan por cruzarse. El punto de intersección es el llamado locus. Mediante la síntesis del lenguaje se determinó que el locus bilabial se halla alrededor de los 700 Hz, el alveolar sobre los 1800, y para el velar se han establecido dos puntos, unos sobre los 3000 (en contacto con vocal aguda) y otro sobre los 800 (en contacto con vocal grave). Siguiendo este criterio, mantenemos como hipótesis de trabajo que continuando la trayectoria apuntada por las transiciones de las vocales vecinas llegarán a cruzarse en un punto frecuencial que es el denominado locus. El valor concreto de cada locus entrará dentro de un campo de dispersión que definirá un punto de articulación diferenciado de los demás.

En Martínez Celdrán (1984), se hizo de forma intuitiva, como se ve en la figura 3. Ahora pretendemos realizarlo de forma objetiva.

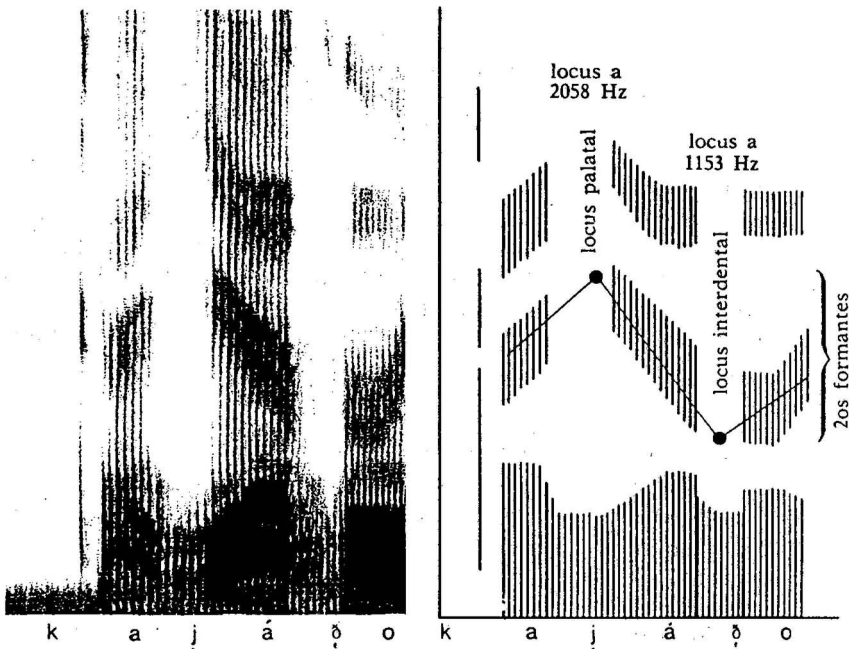


Fig. 3

2. MÉTODO

Para calcular una línea que parta del extremo del formante de la vocal A y se proyecte en el tiempo para encontrarse con otra línea que parte de la vocal B, comportándose del mismo modo, hemos utilizado el programa *Golden Grapher*, un programa que es capaz de trazar la representación gráfica de columnas de datos dispuestas a lo largo de los ejes de coordenadas. De hecho, lo que hace el programa es calcular ajustes: es decir, establece una función que se ajuste lo más exactamente posible a los valores disponibles. La función puede ser de tipo lineal, logarítmica, exponencial, polinómica, etc.

Para este análisis hemos diseñado dos columnas de datos: la primera columna es una representación abstracta del tiempo (T). Se trata, simplemente de una sucesión numérica que es igual al número de tramas que posee la vocal que estamos analizando. Por ejemplo, si tenemos una vocal de 10 tramas, la primera columna será una sucesión del 1 al 10. Una trama equivale a una porción de tiempo. En la segunda columna incluimos las frecuencias (F) pertenecientes a los segundos formantes que rodean el sonido que estamos analizando.

Grapher realiza una gráfica con las columnas. En cada una de ellas se hallan representados dos grupos de datos: T y F de la primera vocal (V1) y T y F de la segunda vocal. El espacio en blanco entre ellas representa la duración de la consonante. Por tanto, hemos representado en cada gráfica secuencias VCV.

El primer paso ha sido establecer qué tipo de función define cada secuencia de datos para calcular una intersección que sea lo más aproximada posible a los datos teóricos. Como ya hemos dicho, *Grapher* nos permite calcular cualquier tipo de función (logarítmica, exponencial, linear, polinómica, spline, power). La idea era establecer unos campos de dispersión que nos permitieran clasificar el mayor número de consonantes alrededor de los datos teóricos. Como, según estos datos, era esperable que los resultados en velares con vocal grave y bilabiales cayeran dentro del mismo rango de frecuencias, despreciamos el dato teórico de las velares graves y buscamos un campo que las definiera con más exactitud.

En primer lugar, probamos a aproximar los datos con una función lineal del tipo:

$$y = ax + b$$

Para ello utilizamos, como punto de partida, un solo informante (voz masculina).

Los resultados fueron los siguientes: de 14 muestras bilabiales, 7 de ellas no intersecaron y el resto lo hicieron en el punto esperado, entre 700 y 1000 Hz. En las dentales, de un total de 19 muestras, 2 no intersecaron, 6 lo hicieron entre 1500 y 1800 Hz, 2 en 1400 Hz, 2 en 2100 Hz, 6 en 1200 Hz y 2 en 1300. En velares, de un total de 18 muestras, 11 no intersecaron, 3 lo hicieron entre 1400 y 1700, 2 en 2000, 1 en 1100, 1 en 900. Aparentemente, el único locus que podría localizarse aquí sería el bilabial, ya que dentales y velares parecen cruzarse en el mismo rango de frecuencias. Por tanto, despreciamos la aproximación mediante funciones lineales.

La siguiente prueba la hicimos sobre los datos del mismo hablante (informante 1), aproximando los datos de frecuencias con ecuaciones polinómicas de segundo y tercer grado, que tienen la forma:

$$y = ax^2 + bx + c$$

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + c$$

Tras efectuar distintas combinaciones, hemos podido comprobar empíricamente que la combinación que más nos acerca a los datos teóricos es aproximar los datos de la primera vocal (V1) con un polinomio de 3er grado, y los de la segunda vocal (V2) con un polinomio de 2º grado, y se busca una intersección entre ambas funciones. Si con esta combinación no se produce la intersección, suele ser a causa de los valores de V1. Si ello ocurre, hemos probado a disminuir un grado de la V1 hasta conseguir la intersección; por ejemplo, si con una combinación de 3-2, las funciones no intersecan, probamos 2-2; si tampoco se produce intersección, probamos 1-2.

Los resultados fueron los siguientes: en el 100% de las bilabiales se consiguió una intersección entre 500 y 1000 Hz, dentro de una media de 721 Hz. Todas ellas fueron combinaciones de 3-2. El 90,47% de las dentales intersecaron entre 1500 y 2000 Hz, con una media de 1821. 6 de ellas (31,57%) fueron una combinación de 3-2; 10, de 2-2, y 4 de 1-2. El 100% de las velares se cruzaron en dos campos diferentes, confirmando así los datos teóricos; el primero lo establecimos entre 1050 y 1499 Hz y el segundo, entre 2001 y 3000 Hz. Los siguientes gráficos ilustran los cálculos de *Grapher* para los tres puntos de articulación:

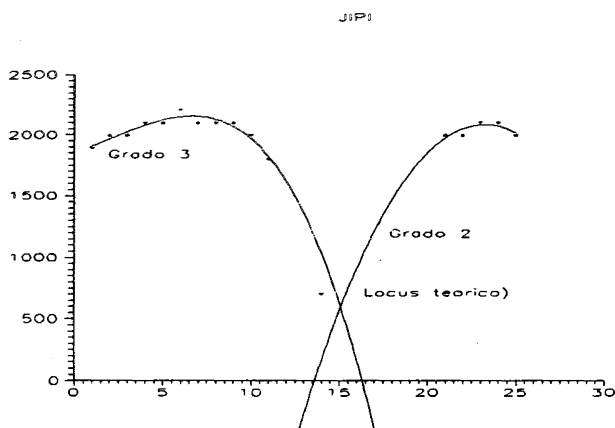


Fig. 4: Cálculo del locus bilabial mediante aproximaciones de grados 3 y 2 sobre una muestra del informante 1 (voz masculina). En todos los gráficos, en la ordenada se representan las frecuencias en forma real y, en la abscisa, el tiempo en forma convencional.

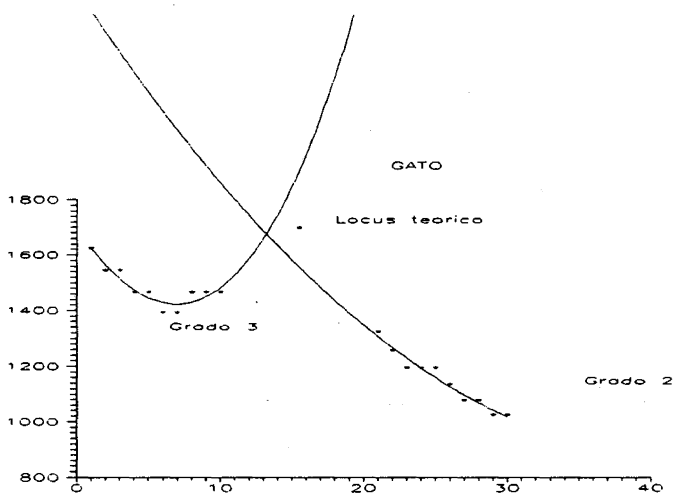


Fig. 5: Cálculo del locus dental mediante aproximaciones de grados 3 y 2 sobre una muestra del informante 1 (voz masculina).

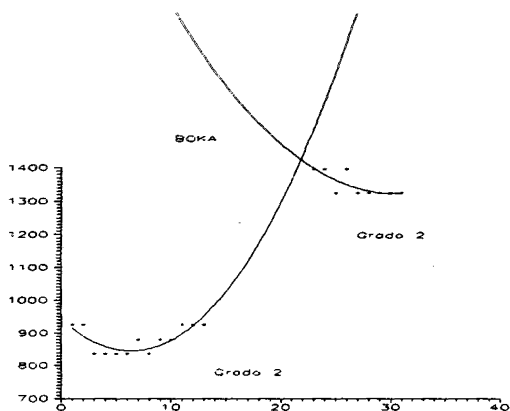


Fig. 6: Cálculo del locus velar (en contacto con vocal grave) mediante aproximaciones de grados 2 y 2 sobre una muestra del informante 1 (voz masculina).

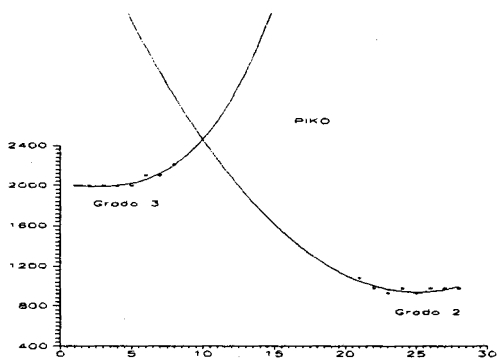


Fig. 7: Cálculo del locus velar (en contacto con vocal palatal) mediante aproximaciones de grados 3 y 2 sobre una muestra del informante 1 (voz masculina).

En resumen: el propósito de este experimento es, como ya hemos indicado, buscar el locus en el sentido de Haskins mediante polinomios de segundo y tercer grado, y establecer intervalos que definan unos campos de dispersión que nos permitan clasificar el máximo número posible de consonantes según su punto de

articulación. Para ello, hemos utilizado 10 hablantes, 4 mujeres y 6 hombres. Todos ellos eran hablantes nativos de lengua castellana.

Los hablantes produjeron palabras o logatomos del tipo VCV, tanto de forma aislada (por ejemplo, *aka, ata, apa*) como rodeadas de otras consonantes (por ejemplo, *petaka, pituka, taputo*). Las consonantes intervocálicas fueron oclusivas sordas [p, t, k], rodeadas de todos los contextos vocálicos posibles. En total, se grabaron 602 muestras.

Las muestras fueron digitalizadas utilizando el equipo OM8210 y el programa SP2 de Philips y el CSL y el ASL de Kay Elemetrics, indistintamente y de forma aleatoria, mediante la técnica de LPC. Los datos obtenidos serán los que se introducirán en el *Grapher*.

Los puntos de frecuencia utilizados en las aproximaciones pertenecen a F2 de ambas vocales de la secuencia VCV.

3. RESULTADOS

La siguiente tabla ilustra los resultados obtenidos en los tres puntos de articulación. Además de los promedios obtenidos para cada PA, y los porcentajes de clasificación, incluimos los porcentajes de solapamiento con los demás puntos de articulación.

		MED.LOCU S Hz	DESV.EST. Hz	LOCUS %	SOLAP. [P] %	SOLAP. [T] %	SOLAP [K] %
LABIAL	H	733	461,23	86,40		7,94	5,66
	M	824	701,18	77,42		6,37	16,21
DENTAL	H	1745	430	73,19	4,34		22,46
	M	1757	531	70,93	6,98		22,09
VELAR GR	Hs	1256	316	76,92	15,38	7,70	
	M	1346	376,35	78,57	17,86	3,57	
VELAR PL	H	2303	410,48	85		15	
	M	2457	558,52	86		20,94	
MEDIAS H Y M							
LABIAL		778	581,21	81,91		6,88	16,45
DENTAL		1751	480,50	72,06	5,30		19,02
VELAR GR		1301	346,18	77,75	16,67	5,54	
VELAR PL		2380	484,25	85,50		17,97	
VELAR				81,63			

Tabla 1: Resultados de clasificación de oclusivas castellanas por medio del cálculo del locus. (H = Hombres M = Mujeres)

La desviación estándar es bastante alta en las bilabiales (461,23 Hz y 701,18 Hz en hombres y mujeres, respectivamente). En hombres es más baja sencillamente porque se han clasificado un número mayor de consonantes (86,40% hombres frente al 77,42% mujeres). El alto porcentaje de cálculos por encima de los 1500 Hz y 2000 Hz [es decir, clasificadas como [t] o como [k], respectivamente], hace que la desviación estándar de las muestras de voz femenina sea realmente alta, acercándose a la media. En cambio, la desviación estándar en dentales y velares es bastante aceptable 450,5 Hz (media global dental), 356,18 (media global velar grave), 484,85 Hz (media global velar palatal). La mayoría de dentales que no se han clasificado como tales, lo han hecho, como era de esperar, como velares. Las velares graves que no se han clasificado dentro del intervalo establecido, lo han hecho, también de forma prevista, como bilabiales. En contra, las velares palatales que no se han clasificado como tales, lo han hecho como dentales. Esto es lógico si tenemos en cuenta las estrechas fronteras que separan las últimas frecuencias del intervalo A de las primeras del intervalo B.

Llama la atención de estos resultados el mayor porcentaje de clasificación correcta en hombres que en mujeres. Esto puede ser debido al menor número de muestras analizadas en mujeres (4 hablantes) que en hombres (6 hablantes), pero también hemos observado variaciones dependiendo del hablante. La siguiente tabla ilustra los resultados particulares de cada hablante:

LABIALES	Nº INFORMANTE	TOTAL MUESTRAS	% LOCUS
HOMBRES	1	12	100 %
	2	13	92 %
	6	16	87,50 %
	7	19	84,21 %
	8	25	80 %
	9	22	86,36 %
MUJERES	3	18	89 %
	4	19	73,68 %
	5	0	0
	10	25	72 %

DENTALES	Nº INFORMANTE	TOTAL MUESTRAS	% LOCUS
HOMBRES	1	21	90,47 %
	2	11	63,63 %
	6	22	86,36 %
	7	23	56,52 %
	8	28	71,42 %
	9	21	66,66 %
	12	4	75 %
MUJERES	3	22	59 %
	4	20	80 %
	5	22	72,72 %
	10	20	70 %

VELARES	Nº INFORMANTE	TOTAL MUESTRAS	% LOCUS
HOMBRES	1	17	100 %
	2	14	85,71 %
	6	24	79,16 %
	7	22	77,27 %
	8	20	70 %
	9	24	66,86 %
	12	7	71,42 %
MUJERES	3	18	83,3 %
	4	24	91,6 %
	5	10	60 %
	10	20	85 %

Tablas 2, 3, 4.

3.1 Intervalos

Los intervalos han sido establecidos con el criterio de conseguir clasificar el mayor número posible de consonantes para los tres puntos de articulación. Así, este es el punto que se ha tenido en cuenta a la hora de delimitar las fronteras entre una y otra consonante. Esto significa que los intervalos pueden variar ligeramente al analizar un número de datos mayor. En este estudio, hemos tenido ligeras variaciones entre los intervalos establecidos para los hombres y para las mujeres. Si bien en dentales y velares no parece haber ningún problema y todas las consonantes se clasifican dentro de los mismos intervalos, en las bilabiales hemos encontrado un número mayor de bilabiales entre 1000-1100 Hz en el caso de las mujeres; pero en el caso de los hombres hay velares en el mismo intervalo. Concretamente, entre 1000-1100 Hz el 85% son velares en hombres y el 70% son bilabiales en mujeres. Es probable, sin embargo, que este intervalo varíe.

Creemos que es un punto importante el hecho de que los intervalos establecidos sean los mismos en voz masculina que en voz femenina, ya que sugiere que realmente puede existir un parámetro acústico invariante respecto del contexto vocálico y respecto del tono fundamental, que permita caracterizar las oclusivas según su punto de articulación.

Los siguientes gráficos ilustran los intervalos establecidos para los tres puntos de articulación:

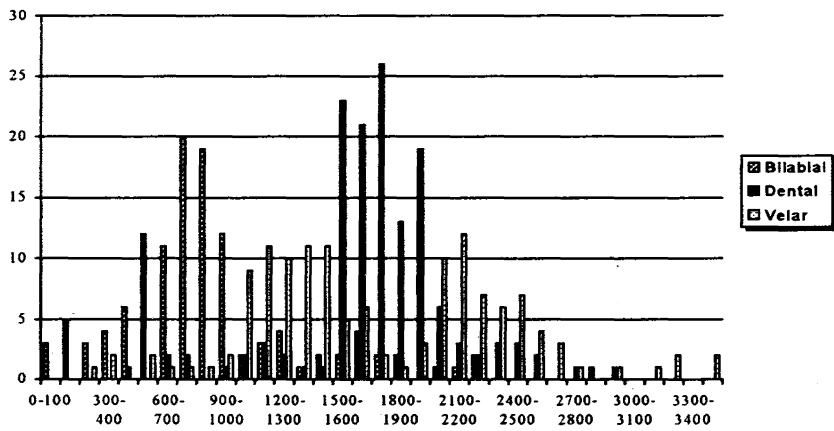


Fig. 8: Áreas para cada punto de articulación (voz masculina)

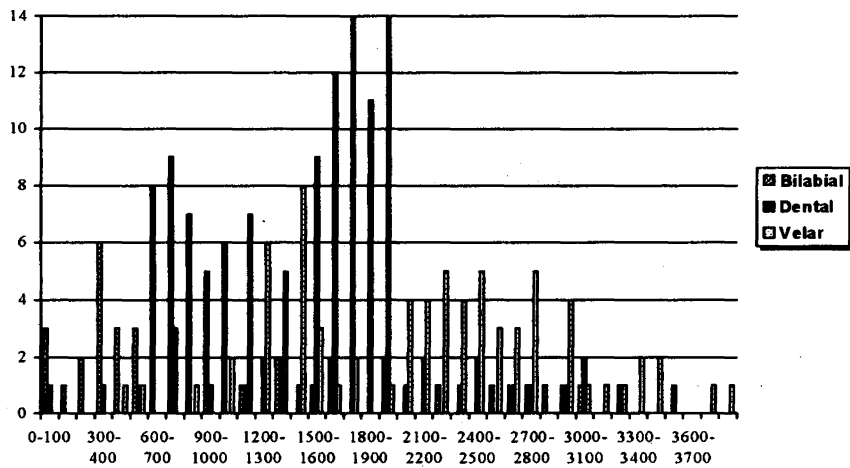


Fig. 9: Áreas para cada punto de articulación (voz femenina)

3.2 Aproximaciones

El siguiente gráfico ilustra las combinaciones de aproximaciones con ecuaciones polinómicas utilizadas para calcular correctamente el locus dentro de los intervalos establecidos:

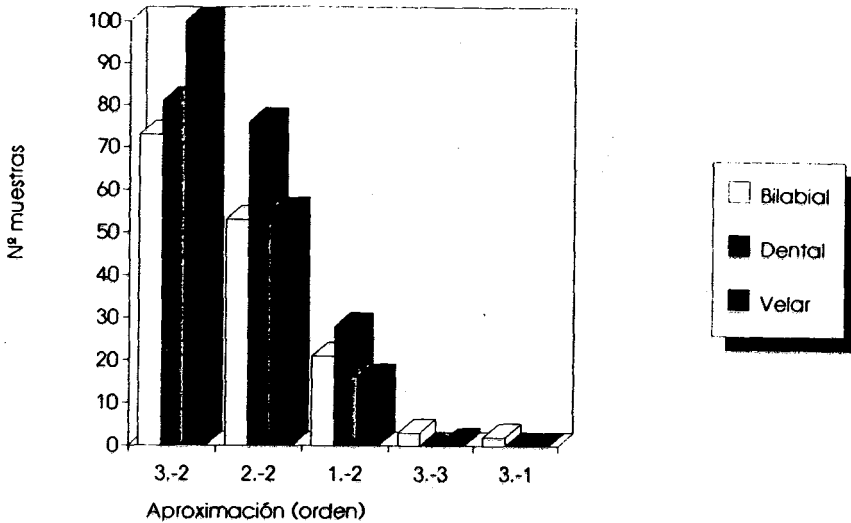


Fig. 10: Combinaciones de polinomios.

4. DISCUSIÓN

Las tres combinaciones de ecuaciones de tercer, segundo y primer grado calculadas empíricamente (3-2, 2-2, 1-2), han sido capaces de clasificar las oclusivas según su punto de articulación en unos porcentajes aceptables. Por tanto, creemos que podemos estar bastante seguros de la existencia de un valor X al que apuntan las vocales del entorno de una oclusiva.

Esto no es lo mismo que afirmar que las transiciones son descendentes en caso de las dentales y velares palatales, mientras que son ascendentes en las bilabiales, mirando desde la consonante.

A veces, las transiciones son ascendentes y a veces son descendentes. Esto, evidentemente, depende del contexto vocálico. Lo importante es que, independientemente de si son ascendentes o descendentes, ambas curvas se crucen en el mismo intervalo. Resulta comprensible el hecho de que un grupo de frecuencias por encima, por ejemplo, de los 1700 Hz no tendrá transiciones ascendentes porque la intersección se produciría por encima de los 1700 Hz. Por ejemplo, si tenemos una dental rodeada de dos vocales altas, anteriores [i], alrededor de los 2100-2300 Hz, las transiciones serán ascendentes porque ambas líneas se encuentran por debajo de estas frecuencias. Si, en cambio, tenemos vocales posteriores con frecuencias sobre los 800-900 Hz, las transiciones serán descendentes por que ambas líneas se encuentran por encima de dichas frecuencias. Esto suele suceder en las dentales. Los siguientes gráficos ilustran este fenómeno:

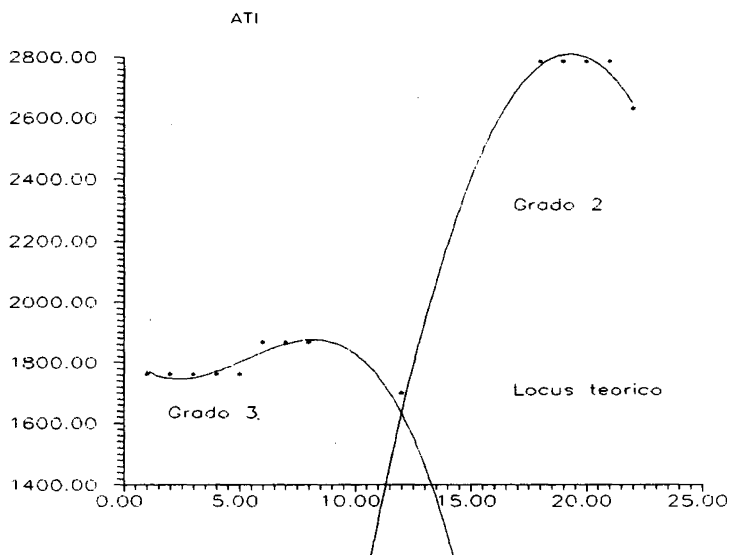


Fig. 11: Las curvas de [a] e [i] ascienden porque es más bajo el locus dental (informante 3-voz femenina)

ITO

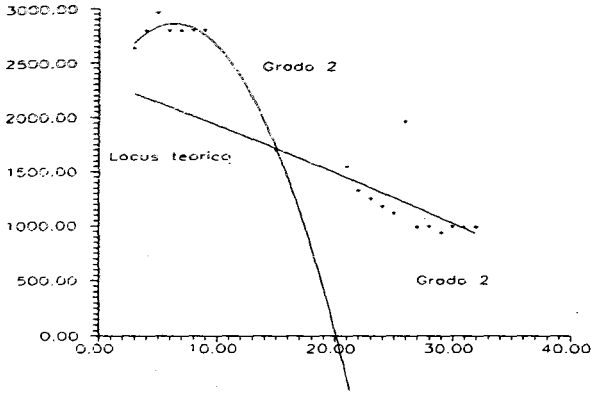


Fig. 12: La curva de [i] asciende y la de [o] desciende porque el locus dental está situado en una zona intermedia (informante 3-voz femenina)

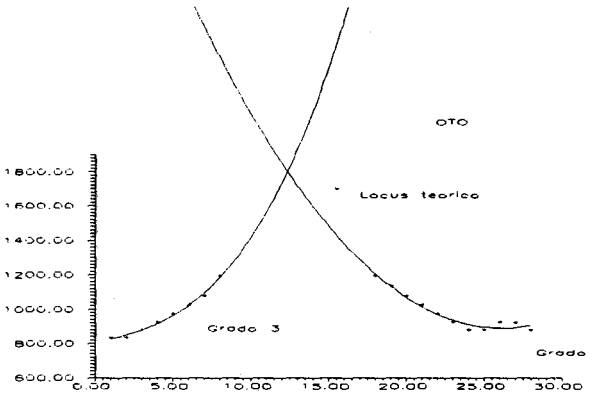


Fig. 13: Las curvas de [o] y [o] descienden porque el locus dental es más alto (informante 6-voz masculina).

En cambio, las velares suelen tener transiciones descendentes independientemente de si la vocal es velar o palatal. Podemos observar este hecho en los siguientes gráficos:

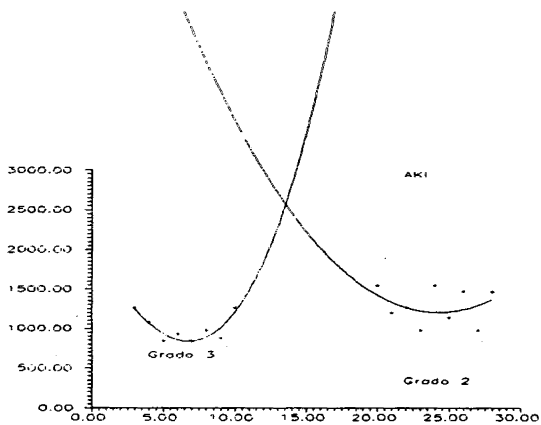


Fig. 14: Locus velar palatal (informante 8 -voz masculina)

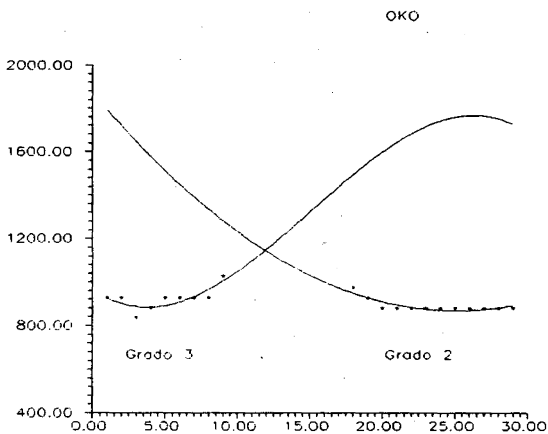


Fig. 15: Locus velar grave (informante 6 -voz masculina)

En las bilabiales no encontramos ningún fenómeno de este tipo, ya que la predicción de la ecuación es siempre ascendente. Esto es lógico que sea así, ya que la media del locus bilabial es de 798 Hz, y no suelen aparecer frecuencias de F2 inferiores.

Otro punto que puede ser interesante estudiar más a fondo es el de los dos campos de dispersión establecidos para el locus velar. Este punto está de acuerdo con la teoría original, pero si bien ésta establecía el locus velar grave sobre los 800 Hz, hemos descubierto que este campo está ocupado por el locus bilabial, y que el velar comienza más arriba, sobre los 1050 Hz. En principio, parece que el hecho de que aparezca un locus palatal o velar depende de la vocal que precede a la consonante. En los hombres, el caso parece más claro, ya que en el 82,27% de las secuencias $V_{\text{palatal}}CV$ se ha calculado un locus por encima de los 2000 Hz; y en el 81,25% de las secuencias $V_{\text{grave}}CV$ se ha calculado un locus entre 1050 y 1499 Hz. El caso de la [a] es distinto, ya que 63,64% de las secuencias aCV se han clasificado en el intervalo palatal y el resto, en el velar grave. En las mujeres no parece tan evidente que exista esta tendencia; el 58,62% de las secuencias $V_{\text{palatal}}CV$ se clasifican en el intervalo palatal y tan solo para el 48% de las secuencias $V_{\text{grave}}CV$ se ha calculado un locus entre 1050 y 1499 Hz. En el caso de las secuencias aCV, el 72,22% se clasifica en el intervalo palatal y el resto, en el velar grave, lo cual coincide con los datos de voz masculina. Esto puede ser debido, no solamente a la diferencia de muestras de uno y otro sexo (140 muestras de voz masculina frente a 71 de voz femenina), sino también podría influir el tono fundamental más alto de la voz femenina.

Consideramos este estudio una primera aproximación. Creemos que son necesarias muchas pruebas más, entre otras cosas porque no es conveniente ir modificando el grado del polinomio; se tendría que encontrar el locus con un grado fijo y, por otra parte, es muy posible que se estén distorsionando un tanto los datos al hacer participar del locus las transiciones de ambas vocales. Se nos ocurre que debemos investigar otra vía diferente como, por ejemplo, invertir los datos de la vocal siguiente para ver dónde se cruzan las curvas. La idea principal nos la da una recomposición del dibujo de Delattre et alii:

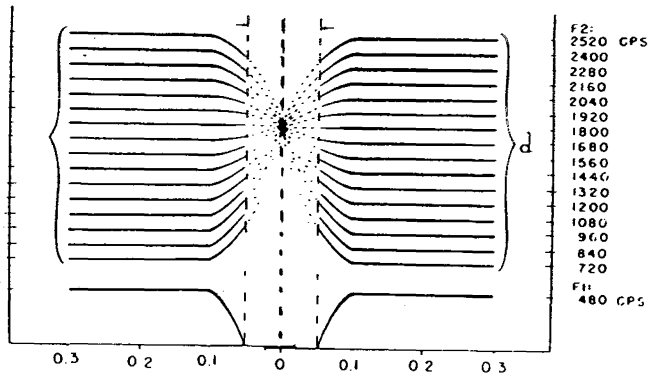


Fig. 16

Lo que vemos en esta figura es la imagen refleja de los valores vocálicos y cómo se concentran en un punto de intersección. Parece que invirtiendo simplemente los valores a partir del centro de la vocal siguiente y dejando el espacio de 100 ms entre dichos valores tendríamos perfectamente delimitado el locus.

Lo importante, en último término, es lograr encontrar un método lo más riguroso posible, que sirva para determinar los puntos de articulación a través de los datos de las transiciones vocálicas, con la finalidad de poseer un instrumento objetivo que pueda ser utilizado en un sistema de reconocimiento automático basado en rasgos.

5. CONCLUSIÓN

Martínez Celadrán [1984: 214] indicó que: "si continuásemos la dirección, apuntada por la transición de la vocal precedente con una línea de puntos e hiciésemos lo mismo con la de la vocal siguiente, veríamos que en un punto se cruzan las líneas. Ese punto es el llamado locus". Se trataba de una forma intuitiva de buscar el locus. La técnica utilizada en este trabajo ha demostrado que puede ser una buena vía para encontrar el locus de forma objetiva a partir del habla natural y basándose en dicha proposición. Los datos son aún provisionales, pero esperamos establecerlos definitivamente y mejorarlos buscando vías alternativas, como se ha propuesto en la discusión.

6. REFERENCIAS

- DELATTRE, P.C., LIBERMAN, A. N. y COOPER, F. S. (1955), "Acoustic loci and transitional cues for consonants", *JASA*, 27, 769-773.
- FANT, G. (1973), "Stops in CV-syllables," in *Speech Sounds and Features*, Ed. por G. Fant, MIT, Cambridge, Ma.
- KEWLEY-PORT, D. (1982), "Measurement of formant transitions in naturally produced stops consonant-vowel syllables", *JASA*, 72, 379-389.
- LEHISTE, I y PETERSON, G.E. (1961), "Transitions, glides and diphthongs", *JASA*, 33, 268-277.
- LIBERMAN, A. M., COOPER, F.S., SHANKWEILER, D.P. y STUDDERT-KENNEDY, M. (1967), "Perception of speech code", *Psychol. Rev.*, 74, 431-461.
- MARTÍNEZ CELDRÁN E. (1984), *Fonética*, Barcelona, Teide, (4ª ed. 1994).
- OHMAN, S.E.G. (1966), "Coarticulation in VCV utterances: Spectrographic measurements", *JASA*, 39, 151-168.