

En torno al vocalismo vasco

MAITENA ETXEBARRIA AROSTEGI
(UPV, Vitoria)

1. Caracterización y descripción acústica de las vocales

El grupo de sonidos vocálicos es el que más interés ha despertado en las investigaciones acústicas por su indudable complejidad teórica y práctica. Desde hace más de un siglo se han desarrollado innumerables teorías que han ido clarificando poco a poco su naturaleza acústica.

Vocal y consonante

La dicotomía vocal/consonante es una de esas nociones básicas que está presente en los estudios del lenguaje desde los primitivos gramáticos de Grecia y de la India llegando su problemática hasta nuestros días.

El importante trabajo de G. Straka (1963), además de recoger los distintos ensayos de justificación de la existencia de ambos grupos de sonidos propone el fundamento articulatorio de su división.

Asimismo, el estudio de P. Delattre (1964), proporciona los elementos físicos para fundamentar la dicotomía vocal/consonante en el aspecto acústico. La diferencia se fundamenta en la *estabilidad* (vocal) frente al *cambio* (consonante) de los componentes acústicos de los sonidos. El reconocimiento de una *consonante* a través de su percepción depende esencialmente de la presencia de un *cambio de frecuencias en sus elementos acústicos constitutivos*, mientras que el de una *vocal* depende de la estabilidad de frecuencia.

Todos los cambios apreciables en la frecuencia de los formantes, excepto aquellos que aparecen en la unión de dos vocales contiguas, contribuyen a la percepción de las consonantes; un cambio no apreciable en la frecuencia de los formantes contribuye a la percepción de las vocales. Por lo tanto, en el contraste vocal/consonante, la percepción vocálica depende sólo de la estabilidad frecuencial, mientras que la percepción consonántica depende del cambio frecuencial.

Cuando un espectrograma, natural o sintético, se pasa por un sintetizador, por ejemplo, las partes que muestran cambios en los formantes contribuyen a la identificación de las consonantes, mientras que las que presentan una relativa estabilidad en la frecuencia de los formantes, incluso durante un tiempo muy breve, se identifican como vocales.

El problema de la clasificación en cuanto a la función silábica queda de este modo también más claro. Según el mismo Delattre, se ha afirmado que hay sonidos que

unas veces actúan como consonantes y otras como vocales, es decir, que lo que distribucionalmente es una consonante en una determinada lengua puede ser una vocal en otra,

con la implicación de que tales sonidos son fonéticamente semejantes y percibidos como diferentes sólo a causa de su distribución. Ahora bien si estos dos conceptos fueran ciertos, el contraste vocal/consonante no podría ser definido por medio de criterios fonéticos, sino sólo a través de criterios distribucionales. Pero de acuerdo con las investigaciones acústicas recientes, esto no es así. *Los dos sonidos que distribucionalmente funcionan como una consonante en un caso y una vocal en el otro no son fonéticamente los mismos; tienen algo en común, pero son diferentes. Se distinguen entre sí por un rasgo fonético marcado, invariante: uno se percibe por medio de un cambio en la frecuencia de los formantes, el otro no.* (P. Delattre, *op. cit.* p. 17)

En estos últimos años los trabajos se orientan hacia el dominio de la percepción, pero los resultados obtenidos hasta ahora en lo que se refiere a un distinto tipo de percepción entre los sonidos vocálicos y consonánticos no son aún concluyentes. De un modo general se reconoce, según Stevens (1968), que la percepción de las vocales se realiza de una manera "cuasi continua", mientras que la percepción de las consonantes se realiza de una manera "cuasi categorial". (Puede verse en este sentido el trabajo de Konopczynski, 1973).

Teorías sobre la producción de las vocales

Desde finales del siglo XVIII, han sido varios los intentos de construir algún aparato que fuese capaz de reproducir el habla humana y que pudiese dar alguna explicación satisfactoria sobre la naturaleza de los sonidos vocálicos, que, por sus características, llamaban poderosamente la atención. En esta empresa intervinieron numerosos científicos que emitieron toda una serie de teorías apoyándose en medios tales como resonadores (Donders, Koenig, Helmholtz, Rousselot), inscripciones fonográficas (Mayer, Marichelle, Marage, Schneebeli y Rousselot), inscripciones quimográficas (Koenig, Marage, Rousselot), síntesis del sonido por medio de diapasones o tubos abiertos (Willis), etc.

Kempelen (1791) fue el primero que logró reproducir satisfactoriamente por medios mecánicos tanto los sonidos consonánticos como los vocálicos: como reprodujo el timbre de las vocales por medio de las resonancias, homologó la cavidad de su resonador artificial con una cavidad bucal que resonase a determinadas frecuencias. Según Kempelen, el sonido vocálico emitido por el hombre se produciría del siguiente modo:

la glotis emite un sonido, mientras que el conducto nasal está cerrado; este sonido se lleva a través de la lengua, como por un canal, directamente a los labios; la mayor o menor abertura de la boca completa la formación del sonido y le da su cualidad característica. Los sonidos que no poseen esta cualidad sólo pueden ser consonantes.

A partir de este momento la producción del sonido vocálico se explicó de dos maneras distintas: a) por medio de la llamada *teoría inarmónica* (Willis, Hermann, Scripture); b) por medio de la llamada *teoría armónica* (Wheatstone, Hemholtz).

Resumiendo ambas teorías podemos decir que:

a) Según la teoría inarmónica de Willis-Hermann, la producción de una vocal se explica del siguiente modo:

a cada abertura de la glotis, una cierta cantidad de aire penetra en la cavidad bucal, la cual excita el aire de la cavidad en una vibración libre amortiguada; cuando esta vibración se repite periódicamente e irradia fuera de la cavidad como un sonido, el resultado es lo que llamamos una vocal.

b) Según Weatstone y Helmholtz:

un tono laríngeo resuena con la cavidad bucal y aquellos de sus tonos parciales armónicos cuyas frecuencias coinciden con o están próximos a, las frecuencias naturales de la cavidad son reforzadas, mientras que las otras son debilitadas; el resultado es una vocal (apud Chiba y Kajiyama 1941: 51).

Las dos teorías no se excluyen, sino que a nuestro parecer se complementan, tal como ya ha sido señalado.

Según B. Hála (1956) no existen vocales producidas sólo según la teoría de Helmholtz, o según la de Willis-Hermann, aunque considera que es "la teoría de Willis-Hermann la válida de una manera general", pues:

1. Desde el punto de vista de la articulación, el trabajo de los órganos fonadores tiende a formar, en la región supraglótica, cavidades que posean sonidos propios, y no para producir armónicos de la voz que, por otra parte, se realizan sin ninguna relación con este trabajo.

2. Desde el punto de vista acústico, existen vocales que pueden formarse incluso sin armónicos de la voz: las llamadas vocales cuchicheadas.

3. Desde el punto de vista de la función comunicativa, es más fácil emplear, en el lenguaje, los sonidos propios de las cavidades que se es capaz de modificar, que los armónicos de la voz que se escapan a una intervención intencional.

La solución que da Hála al problema es la siguiente:

los impulsos sucesivos y periódicos de la onda de aire sonorizada, que viene de la laringe, hacen resonar todas las cavidades supraglóticas, bien sea bajo la forma de un sonido o bajo la de un ruido; los sonidos propios de estas cavidades son independientes de la frecuencia fundamental. El oído percibe su unidad como constituyendo el timbre de las vocales, dejando a un lado las resonancias omisibles por su menor intensidad y contentándose únicamente con las que son bastante intensas para producir un efecto de importancia acústica notable. (B. Hála op. cit. pp. 54-59)

Según M. Halle (1959, *The sound pattern in Russian*) la cualidad de una vocal, de acuerdo con la teoría de Willis, se produce por las vibraciones amortiguadas de la cavidad bucal:

Si es posible asumir que las vibraciones amortiguadas continúan indefinidamente —en el caso de los sonidos vocálicos esa suposición está muy próxima a la realidad—, entonces, dadas las vibraciones amortiguadas, es posible calcular matemáticamente el espectro frecuencial y, por consiguiente también las frecuencias de resonancia que, de acuerdo con Helmholtz, son las determinantes primarias de la cualidad de la vocal. Helmholtz y Willis, por lo tanto, están de acuerdo en que las frecuencias resonantes de la cavidad bucal son necesarias para especificar la cualidad vocálica. Difieren en que para Helmholtz las frecuencias de resonan-

cia son tan necesarias como suficientes, mientras que, según Willis, es necesaria más información, como, por ejemplo, las amplitudes y los ángulos de fase de todos los componentes del espectro.

Las investigaciones posteriores sobre las vocales pusieron de manifiesto la presencia de varias zonas de resonancia en su espectro y acometieron la empresa de relacionarlas con las cavidades bucales. Puede verse, en este sentido, el trabajo de Rousselot (1924), por ejemplo, que concedía dos resonancias a todas las vocales:

una *aguda* en el punto de articulación, allí donde el órgano se estrecha; otra *grave*, bien adelante de este punto, bien detrás.

Como vemos, durante mucho tiempo se ha creído que el conducto vocal era semejante a dos resonadores de Helmholtz acoplados en serie: uno correspondiente a la faringe y otro a la cavidad bucal anterior.

Ahora bien, los trabajos de Chiba y Kajiyama (1941), de Dunn (1950) y de Fant (1960) han hecho cambiar radicalmente las ideas que hasta ahora se venían barajando sobre la producción de las vocales.

En estos estudios el conducto vocal se considera como un tubo acústico de sección uniforme, que es recorrido por una onda plana. La excitación producida por la glotis se extiende a las cavidades supraglóticas, que, al actuar como filtros, estructuran la señal acústica. Desde la glotis hasta los labios se pueden considerar una serie de cavidades resonantes que, a través de la función de transferencia o, lo que es lo mismo, de la función de filtrado del conducto vocal, originan los llamados *formantes*. Un formante de la onda acústica del lenguaje es, por lo tanto, un máximo de la función de transferencia del conducto vocal. Lo que interesa es, pues, calcular esta función de transferencia.

Una mejor simulación de los parámetros articulatorios, utilizados tradicionalmente en lingüística, llevó a Fant (1960) a caracterizar por medio de tres parámetros la función del área del conducto vocal, que sin ellos sería definida por tantos valores como secciones. Los tres parámetros mencionados son:

1. La situación de la principal constricción de la lengua en el conducto vocal (lugar de articulación).
2. El área de la sección en esta coordenada (abertura).
3. El grado de redondeamiento y de protusión labial (labialización).

Cualquier modificación de uno de estos parámetros lleva consigo un desplazamiento de la frecuencia, con la consiguiente modificación del timbre vocálico. Según Fant (1960: 21) "todas las partes del conducto vocal contribuyen a la determinación de todos los formantes" aunque en diversos grados. Por eso, no es posible señalar a cada formante una determinada cavidad. (v. Fant 1968).

También G. Ungeheuer (1962: 84-85) rechaza los intentos de asignar a cada formante vocálico una determinada cavidad de resonancia aduciendo que toda la estructura formántica de una vocal tiene su origen en toda la cavidad bucal, que actúa como un gran mecanismo de resonancia. Propone en su obra una teoría vocálica que él mismo resume en los cuatro puntos siguientes:

1. La columna de aire en vibración del conducto fonador debe analizarse como una sola estructura unificada.

2. Cada frecuencia de resonancia de la columna de aire, esto es, del conducto fonador, está asociada con una función propia, que corresponde a la curva de presión del sonido en este punto y frecuencia.

3. Las frecuencias de resonancia se determinan por medio de la curva de sección transversal, no por los volúmenes parciales del conducto fonador.

4. Cada frecuencia de resonancia de todo el conducto fonador produce un formante en el espectro de la vocal.

Las investigaciones sobre la naturaleza acústica de las vocales y su génesis han proseguido. Más recientemente pueden consultarse los trabajos de H. Mol (1970), de Lindblom y Sundberg (1971) y Petursson (1974), quienes siguen las líneas antes indicadas.

Estructura acústica de las vocales

Como ya hemos visto, y en palabras de P. Delattre (1948):

las resonancias que caracterizan el timbre de una vocal oral resultan de la filtración que sufre el tono glotal (la vibración de las cuerdas vocales) al pasar por la boca (y por las cavidades guturales que sobreentendemos aquí). La boca se comporta como un filtro (o un resonador, que viene a ser lo mismo) que no deja pasar más que ciertas vibraciones salidas de la glotis. Las frecuencias que la boca deja pasar son diferentes para cada vocal; y si son diferentes se debe principalmente a que las cavidades de resonancia que las filtran cambian de forma y/o de dimensiones.

Es decir, al ponerse en vibración las cuerdas vocales producen una onda compuesta. Si mantuviésemos la misma frecuencia fundamental, cada uno de los sonidos vocálicos que emitiésemos tendría exactamente la misma configuración. Por lo tanto, si dependiese la percepción de cada vocal tan sólo de la frecuencia de sus componentes, todas las vocales serían —bajo condiciones iguales— prácticamente idénticas.

Ahora bien, lo que diferencia una vocal de otra u otras, aunque la frecuencia de sus componentes sea igual, es la distinta estructuración de sus armónicos, cuya percepción es lo que denominamos *timbre*. Esto quiere decir que de todos los armónicos competentes, serán reforzados, aquellos, cuyas frecuencias coincidan con las frecuencias de resonancia de las distintas cavidades resonantes del conducto vocal. Como la articulación de cada sonido requiere unas determinadas posiciones de los órganos articulatorios que modifican la forma y el volumen del resonador vocal, se originan distintas frecuencias de resonancia que infieren una determinada estructura en el espectro vocálico. Cada conjunto de armónicos reforzados es *un formante*, que en definitiva es el conjunto de frecuencias características del timbre de una vocal. Quisiéramos señalar sin embargo, que recientemente se ha discutido el valor de los formantes de una vocal: entre los estudios al respecto señalaremos que Oeken (1963) niega que puedan ejercer, los formantes, “alguna influencia determinante sobre la discriminación de los sonidos”. Haggard (1963), contestó a Oeken argumentando que la percepción de las vocales debe examinarse bajo el punto de vista de las funciones y relaciones.

De todos los formantes, los dos primeros son indispensables para la percepción de cada vocal, siendo, por ello, los responsables de la diferenciación vocálica. El tercer formante desempeña cierta función en determinados casos, como veremos más adelante.

El resto de los formantes superiores son los llamados *formantes individuales*, que dependen:

a) De la configuración faringo-bucal de cada sujeto. Las mujeres y los hombres difieren más en la longitud total de la faringe que en la de la boca. En general, se ha calculado que las frecuencias formánticas de la voz femenina son un 15/20% más altas que las de los hombres, y que los niños tienen también unas frecuencias formánticas un 20% más altas que las de las mujeres.

b) De la lengua estándar o del dialecto utilizado, conforme las diferencias anatómicas individuales o sociales y según los hábitos educativos. Cada lengua tiene un timbre particular, por ello, para hablar con toda perfección una segunda lengua habría que adquirir, además de todos los elementos lingüísticos, *el timbre*, es decir, ciertas cualidades articulatorias que son propias de la segunda lengua.

Por otra parte, los formantes individuales, de forma secundaria, ponen de manifiesto el carácter del hablante, su condición social, su edad, sexo, etc. En un mismo individuo, estos formantes varían según: la altura del fundamental, la intensidad de la voz, las intenciones expresivas, sus condiciones auditivas o incluso las condiciones acústicas del lugar donde se hable. Veamos ahora un par de sonogramas, en banda ancha, donde podemos apreciar las diferencias señaladas en torno a la estructura formántica de las distintas realizaciones vocálicas*.

FIG. 1 - Vocales a, e, i, o, u Voz Masculina
- Vocales a, e, i, o, u Voz Femenina

Relaciones articulatorias y acústicas

Aunque como hemos visto anteriormente no existe una base teórica suficiente para establecer unas correlaciones estrechas entre el mecanismo articulatorio y la posición de los formantes en el espectro acústico, pueden señalarse unas tendencias que, aunque sea desde un punto de vista pedagógico, respondan a unas realidades bien observadas. Así, Delattre (1948 y 1951) señaló las relaciones existentes entre las frecuencias formánticas y las configuraciones de la cavidad bucal en el habla natural, del siguiente modo:

1. Existe una relación directa entre la elevación de la frecuencia del primer formante F_1 , y la abertura de la cavidad oral. Cuanto más alta es la frecuencia del F_1 , más grande es la abertura total de la cavidad, y a la inversa. Así en la figura 1 puede verse cómo el F_1 de [a] es el que tiene mayor altura, mayor frecuencia, siendo las de las vocales altas [i,e,u] las de menor frecuencia.

2. En primer lugar, existe una relación directa entre el retroceso y la elevación de la lengua y el descenso de la frecuencia del segundo formante F_2 : cuanto más posterior sea la posición de la lengua, más baja es la frecuencia del F_2 , y a la inversa. En segundo lugar, puede decirse que existe también una relación directa entre el redondeamiento labial, y el descenso en la frecuencia del F_2 : cuanto mayor sea el redondeamiento y la protusión o proyección labial, más baja será la frecuencia del F_2 , y a la inversa.

En este sentido, puesto que el retroceso de la lengua y el redondeamiento labial tienden a alargar la cavidad bucal y al mismo tiempo afectan al descenso de las frecuencias del F_2 , podemos resumir lo expuesto en este apartado, diciendo que

* Por necesidades de impresión los gráficos y sonogramas de este estudio aparecen reducidos en relación a su dimensión original.

existe una relación directa entre la longitud de la cavidad anterior y el descenso de las frecuencias del F_2 : cuanto más larga es la cavidad anterior, más baja es la frecuencia del F_2 , y a la inversa.

3. Por último diremos que existe una relación directa entre la elevación frecuencial del tercer formante, F_3 , y el descenso del velo del paladar, como en la nasalización, y entre el mismo descenso en la frecuencia del F_3 y la elevación de la punta de la lengua hacia la posición retrofleja.

En un trabajo posterior, Stevens y House (1955) utilizando un modelo analógico de la cavidad bucal obtuvieron las siguientes relaciones experimentales entre las frecuencias de los formantes y los parámetros articulatorios —es decir, la posición de la constricción lingual, el tamaño de la constricción formada por la lengua y las dimensiones de la abertura labial—. Las conclusiones a las que llegaron fueron las siguientes:

El *Formante 1* es alto cuando existe una estrecha constricción de la lengua cerca de la glotis y una abertura bucal amplia y deslabializada. Es bajo cuando la abertura bucal es pequeña y, existe labialización, o cuando se produce una constricción estrecha de la lengua cerca de la abertura bucal.

El *Formante 2* generalmente aumenta su frecuencia, a medida que la constricción se adelanta en la cavidad bucal desde la glotis, o a medida que la abertura labial aumenta. Cuanto mayor sea la constricción lingual, mayor será el aumento de la frecuencia del F_2 . Este formante baja su frecuencia a medida que disminuye la abertura labial y la constricción lingual se aproxima a la glotis.

El *Formante 3* aumenta su frecuencia, pero en menor medida que el F_2 , conforme la constricción avanza desde la glotis y aumenta el tamaño y la deslabialización de la abertura bucal. Disminuye su frecuencia con una abertura labial pequeña y si la constricción lingual se aproxima a la glotis.

Las modificaciones frecuenciales de los tres primeros formantes pueden dar cuenta también de otros hechos articulatorios generales. Ya hemos visto como la *labialización* se caracteriza por el descenso en su gama de frecuencias del F_2 , sobre todo, y del F_3 . La *velarización* se manifiesta por un amplio descenso de las frecuencias del F_2 y prácticamente insignificante del F_3 , permaneciendo casi inalterable el F_1 .

Antes de pasar a la segunda parte de este tema, dedicado al vocalismo vasco, expondremos brevemente algunas notas referidas a las cartas de formantes y a la elaboración de los triángulos acústicos, lo que nos permitirá comprender y seguir más cómodamente el análisis acústico del vocalismo vasco.

Cartas de Formantes

La comparación de las distintas realizaciones vocálicas se lleva a cabo a través de las cartas de formantes, que permiten la representación de un punto coordinado a través de los valores formánticos llevados sobre el eje de abscisas y el de ordenadas. Para representar estos valores formánticos que caracterizan cada vocal es necesario utilizar una escala en la que aparezcan debidamente representados los valores del F_1 frente a los valores del F_2 . Veamos, ahora, en la Figura 2, una carta de formantes:

[FIG. 2 Carta de formantes]

La escala que se utiliza para representar dichos valores, los del F_1 y F_2 , es logarítmica: refleja una compensación tal, que los intervalos musicales iguales a nuestro

oído no vienen representados por distancias iguales. (El sonograma, por ejemplo, aparece sobre una escala lineal). Esta última se debe utilizar para representaciones puramente aritméticas, o para investigaciones propias de la ingeniería. Por ello, utilizamos en nuestros análisis vocálicos la escala logarítmica, que está construida de tal manera que seis centímetros representan una octava, y cinco milímetros, un semitono. (Delattre 1948: 479).

Sobre el eje de abscisas (el horizontal, que va desde los 500 Hz a los 4.000 Hz) se llevan los valores del F_2 ; sobre el eje de ordenadas (el vertical, que va desde los 200 Hz hasta los 1.000 Hz) se llevan los valores del F_1 . Hay que tener en cuenta que al tratarse de una escala logarítmica las distancias entre los valores que aparecen en la carta no son iguales: por ejemplo, entre 800 y 1.000 cada cuadrado vale 20 Hz, mientras que entre 200 y 300 vale 5 Hz.

Los valores de los formantes se obtienen midiendo las distancias existentes desde la línea de referencia hasta el centro de cada formante en el punto medio de la duración de cada vocal. Como es fácil conocer cuantos Hz tiene 1 mm. se puede elaborar fácilmente una tabla de valores.

Es preciso reconocer que las relaciones que existen entre las distintas vocales representadas en una carta de formantes y los tradicionales parámetros de abertura/cierre y anterioridad/posterior, son las siguientes:

1) En el eje de ordenadas, donde se llevan los valores del F_1 , como ya hemos indicado, se puede observar el grado de abertura del conducto vocal: existe una relación constante y directa entre la abertura bucal y el nivel de frecuencias representado en el eje de ordenadas. Las vocales [a], por ejemplo, que aparecen en la parte inferior de la carta de formantes, tal como podemos apreciar en la Figura 3, y que tienen, por tanto, las frecuencias más altas, poseen la mayor abertura del conducto vocal. Lo contrario sucede con las vocales [i, u].

[FIG. 3 Carta de formantes con triángulo acústico]

2) El eje de las abscisas, en el que se sitúan los valores del F_2 , indica la *longitud de la cavidad bucal*: existe una relación constante e inversa entre la longitud de la cavidad bucal anterior y el nivel de frecuencias representado en el eje de abscisas. Las vocales [i] que en la carta de formantes ocupan las posiciones frecuenciales más altas estando situadas, por tanto, en la parte izquierda de la carta, presentan la menor longitud de la cavidad bucal anterior, lo contrario ocurre con las vocales [u].

Triángulos acústicos

De la misma manera que bajo el punto de vista fisiológico se viene realizando desde hace mucho tiempo la representación de las vocales por medio de los llamados "triángulos articulatorios", que intentan dar una idea, lo más exacta posible, de la situación articulatoria de la vocal en la cavidad bucal, desde el punto de vista acústico también es factible la representación de un sistema vocálico por medio de los "triángulos acústicos".

Estos triángulos acústicos se obtienen situando, tal como hemos señalado, sobre la carta de formantes los resultados de los valores, absolutos o medios, de los F_1 y F_2 .

Además, creemos que el análisis acústico de las vocales ofrece más ventajas que el articulatorio. En primer lugar, el número de parámetros que es necesario tener en cuenta en el nivel articulatorio para especificar con exactitud la posición de los órga-

nos fonadores en la emisión de una vocal es muy elevada: Peterson (1951: 548) operó con siete. El profesor R. Cerdá, en su trabajo sobre el vocalismo catalán (1972: 36-42) utilizó nueve parámetros, etc., por ejemplo; mientras que los parámetros acústicos necesarios son mucho más reducidos. En segundo lugar, la representación de los triángulos articulatorios supone una gran simplificación de la realidad, puesto que sólo se tiene en cuenta dos —posición lingual antero-posterior y supero-inferior—, de los muchos parámetros articulatorios que intervienen, mientras que los triángulos acústicos representan la realidad de la vocal percibida. En tercer lugar, lo que nosotros percibimos son sonidos, y lo que de ellos nos interesa es precisamente su estructura acústica y no los movimientos articulatorios, teniendo en cuenta, además, que por el fenómeno de la compensación, posiciones articulatorias diferentes pueden dar lo mismo resultado acústico; en este sentido, se manifiesta Malmberg, quien señala:

la opinión de Sweet y de toda la fonética clásica de que cada nueva posición de la lengua daba lugar automáticamente a una nueva vocal ya no es válida, sin restricciones muy importantes.

Es más simple y más exacta la clasificación de las vocales —y en general de todos los segmentos— en tipos acústicos que en tipos articulatorios.

2. Análisis acústico de la lengua vasca: las vocales

Las realizaciones vocálicas, como es sabido presentan rasgos comunes para todas las lenguas por lo que, en un principio, su estudio parecería revestir una complejidad relativa; sin embargo, se puede apreciar como cada lengua estructura su sistema vocálico dentro de unas coordenadas de frecuencia y timbre bien definidas y diferenciadas entre sí.

Entre los estudios fonéticos aplicados a la lengua vasca, se observa que las vocales se han tratado casi siempre enmarcadas en la descripción fonológica de la lengua, en pocas ocasiones de forma monográfica, y mucho menos desde el punto de vista de su estructura acústica. Tal como señaló Michélena (1977: 47).

la mayor parte de las variedades vascas tienen un sistema vocálico, sencillo, análogo al del castellano, con cinco fonemas /i,e,a,o,u/ ... la semejanza entre las vocales vascas y las del castellano no se limita al sistema sino que se extiende también a las realizaciones fonéticas.

En el mismo sentido se han pronunciado R. de Rijk (1970: 149) y N. Moutard (1981).

Ahora bien, la ausencia de estudios de fonética acústica, debido principalmente a la dificultad y la amplitud de los materiales que es necesario manejar, así como la complejidad en la ordenación de los resultados hace imprescindible, a nuestro entender, un estudio del sistema vocálico vasco que permita concretar las realizaciones alofónicas de sus fonemas. La investigación que aquí presentamos trata de describir y analizar, desde el punto de vista acústico, el sistema vocálico de la lengua vasca.

Comenzaremos exponiendo ciertos aspectos metodológicos, no sin antes señalar que este trabajo se enmarca dentro de una investigación más amplia que constituye el *Análisis acústico de la lengua vasca*, del cual se han publicado ya los primeros resultados; cf. Urrutia *et alii* 1988.

2.1. Metodología

En relación a los puntos encuestados, y teniendo en cuenta la diversidad geográfica y, dentro de ella, la distribución dialectal, se han distinguido los siguientes apartados:

- Dialectos
- Subdialectos
- Variedades

Hemos operado con la distribución dialectal clásica, es decir, se ha pretendido analizar el llamado dialecto vizcaíno, el guipuzcoano y el navarro (cf. Yrizar 1981: 39-45). A su vez, en cada uno de estos dialectos se han distinguido una serie de sub-dialectos y variedades que a continuación señalamos:

1. DIALECTO VIZCAINO

Subdialecto Vizcaíno Oriental

- Variedad de Lequeitio
- Variedad de Marquina

Subdialecto Vizcaíno Occidental

- Variedad de Guernica
- Variedad de Arratia
- Variedad de Ochandiano

Subdialecto Vizcaíno de Guipúzcoa

- Variedad de Vergara

2. DIALECTO GUIPUZCOANO

Subdialecto Guipuzcoano Septentrional

- Variedad de Hernani
- Variedad de Tolosa
- Variedad de Azpeitia

Subdialecto Guipuzcoano Meridional

- Variedad de Cegama (Beasaín)

3. DIALECTO NAVARRO

Subdialecto Alto-Navarro Septentrional

- Variedad de las Cinco Villas: Vera de Bidasoa

Subdialecto Alto-Navarro Meridional

- Variedad Cis- Pamplonés: Oroz-Betelu

2.1.2. Selección de los informantes

La selección de los informantes, doce en total, se ha realizado atendiendo a los siguientes criterios:

Se han encuestado únicamente varones ya que, como es sabido, la voz masculina, por su estructura de timbre, es más nítida y más segura, para el análisis acústico. Además se seleccionaron individuos de edades comprendidas entre 30 y 65 años, por considerar que este grupo es el más representativo de la población y el más adecuado para la consecución de los fines perseguidos en el estudio.

Los informantes seleccionados son bilingües, usan castellano y euskera, aunque su primera lengua (lengua materna) es la lengua vasca. El conocimiento que poseen

de su lengua materna no ha sido desarrollado a través de la enseñanza escolar, es decir, no han adquirido el grado de alfabetización. Por último, una de las características tenidas en cuenta ha sido el origen familiar, es decir, que los padres de cada uno de los informantes pertenezcan a la misma zona de origen que el individuo encuestado, con el fin de evitar posibles interferencias.

2.1.3. Encuestas y cuestionarios

Después de haber seleccionado a los informantes, la recogida de materiales se realizó mediante una entrevista o conversación dirigida. El desarrollo de ésta, ha sido determinado por las preguntas del cuestionario elaborado. Las preguntas fueron realizadas en castellano y las respuestas de los informantes, que naturalmente fueron dadas en euskera, han aportado el material utilizado para el análisis de las realizaciones vocálicas que configuran el objeto de estudio de la investigación, Casi todas las entrevistas se realizaron en el medio de vida y trabajo habitual de los informantes.

Todas las encuestas fueron grabadas mediante un magnetófono *UHER-4000* Report Monitor, utilizándose cintas marca *BASF* (Ferro *LH*, *HIFI DP 26*) de 366 m/1201' de duración.

Para recoger el "corpus" que permitiese el estudio de las características fonéticas de las vocales de la lengua vasca, se elaboró un cuestionario de 277 preguntas.

El cuestionario fue pensado y realizado de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Selección de un "corpus" de léxico común, esto es, términos utilizados por todos los hablantes y, a poder ser, en todas las áreas dialectales.

b) Las unidades léxicas seleccionadas han sido, en su mayor parte, sustantivos. En aquellos casos en los que no ha sido posible, se han utilizado algunos adjetivos y locuciones.

c) El léxico seleccionado ha sido ordenado teniendo en cuenta las distintas variedades del euskera. Es decir, se trata de unidades que presentan todos los posibles contextos.

d) Los contextos han sido los siguientes:

- 1.1. Vocal inicial (sílabas libres)
- 1.2. Vocal inicial - consonante (sílabas trabadas)
- 1.3. Consonante - Vocal medial (sílabas libres)
- 1.4. Vocal medial - consonante (sílabas trabadas)
- 1.5. Consonante - Vocal final
- 1.6. Vocal final

2.1.4. Grabaciones y análisis

Para las grabaciones, tal como se ha señalado, se utilizó un magnetófono de bobina abierta *UHER-4000*. Para el procesamiento y análisis de los materiales se ha usado el Sonógrafo Digital 7800 de la casa *KAY* Electric Corporation. Este aparato almacena las señales, en tiempo real, en una memoria RAM (memoria ancha de palabra -128K; anchura de palabra X 12 bit).

2.2. Descripción y desarrollo del sistema vocálico de la lengua vasca

Tal como ya hemos expuesto en el apartado correspondiente a *Relaciones articulatorias y acústicas*, existe una relación directa entre la disposición de los formantes

de frecuencia en el espectro y la posición de los órganos articulatorios del aparato fonador, en la realización de los sonidos. Es por tanto posible, como ya han demostrado en sus trabajos Delattre (1948 y 1951), Stevens y House (1955), Lindblom y Sundberg (1971) y Quilis (1981), describir las características articulatorias de las realizaciones vocálicas, a partir de los datos obtenidos en el análisis físico-acústico del corpus estudiado.

En este trabajo hemos analizado las realizaciones tónicas y átonas de las cinco vocales, atendiendo además a su posición en cada término, es decir:

- a) Posición inicial: Sílabas libre y trabada
- b) Posición interior: Sílabas libre y trabada
- c) Posición final: Sílabas libre

Al mismo tiempo, se distribuyen las realizaciones vocálicas según los diferentes contextos consonánticos, con el propósito de verificar si el contorno consonántico provocaba alguna alteración en la disposición de los formantes de frecuencia de las respectivas vocales. Esta estructuración fue aplicada informante por informante, en cada variedad, por dialectos y, finalmente, a la totalidad del material recogido.

El número de realizaciones analizadas ascendió a un total de 5.028 vocales; pasaremos ahora a describir las magnitudes vocálicas estudiadas ofreciendo unidades pormenorizadas por variedades dialectales para culminar con el análisis global de los datos acústicos obtenidos a partir de la espectrografía.

Realización del fonema /i/:

- Representación ortográfica: i ("ibili")
- Descripción articulatoria: Primer grado de abertura en la serie palatal
- Descripción acústica: Rasgo vocálico, no consonántico, habitualmente sonoro, difuso y agudo

Puede aparecer, indistintamente en posición tónica y átona. En cuanto al campo de dispersión de la vocal [i], tanto en su variante tónica como átona, en todos los contornos y posiciones silábicas, en el llamado dialecto vizcaíno, nos encontramos con los siguientes índices de oscilación:

- a) El F_1 oscila entre los 207 y los 344 Hz (invariancia = 137)
- b) El F_2 se realiza entre los 1.583 y 2.065 Hz de frecuencia media (invariancia = 482).

Para el dialecto guipuzcoano, los índices no variaron en el F_1 , en relación con los expuestos para el vizcaíno, y respecto al F_2 se pudo observar que la realización oscilaba entre los 1.721 y los 2.341 Hz de frecuencia media (invariancia = 620). En el caso del navarro, tampoco hubo ninguna diferenciación en los datos del F_1 , respecto a los dialectos anteriores; el F_2 osciló entre los 1.859 y los 2.065 Hz de frecuencia media (invariancia = 206). Tomando la muestra en su conjunto y, siempre en relación a la vocal [i], el F_1 osciló entre los 207 y 344 Hz y el F_2 entre 1.583 y 2.341 Hz de frecuencia media.

Según estos datos, podemos deducir que, desde el punto de vista articulatorio, existe una diferenciación dialectal, ya que por un lado no existe alteración en las frecuencias del F_1 (indicador del grado de abertura), mientras que por otro, las

diferencias observadas en el F_2 nos indican que para el guipuzcoano la realización presenta el mayor grado de palatalización (de 1.721 a 2.341 Hz), siendo el menor el del vizcaíno (de 1.583 a 2.065 Hz).

[FIG. 4 Sonogramas de [i]]

Realización del fonema /e/

- Representación ortográfica: e ("zer")
- Descripción articulatoria: Segundo grado de abertura en la serie palatal (medio)
- Descripción acústica: Rasgo vocálico no consonántico, habitualmente sonoro, denso y agudo

Puede aparecer también indistintamente, en posición tónica o átona.

El campo de dispersión de la vocal [e], en cualquiera de los contornos y posiciones, tanto en su variante tónica como átona, como ya hemos podido ver para las realizaciones del fonema /i/ fue uniforme en los tres dialectos, por lo que se refiere a los valores del F_1 , oscilando la frecuencia media, entre 241 Hz y 482 Hz (invariancia = 241 Hz). Sin embargo, sí se aprecia una diferencia notable, para el F_2 respecto a la distribución tónica/átona: en los dialectos vizcaíno y navarro, la realización tónica presenta una invariancia mucho menor que la obtenida para las realizaciones átonas (413 Hz para la átona frente a 275 Hz para la tónica, en el dialecto navarro; mientras, en el dialecto vizcaíno los valores se sitúan en 688 Hz para la átona frente a 551 para la tónica).

Analizadas las realizaciones de forma conjunta y siempre en relación a la vocal [e], el F_1 osciló entre 241 y 482 Hz y el F_2 entre 1.377 y 2.065 Hz de frecuencia media. Lo que nos permite deducir que, desde el punto de vista articulatorio, también existe una diferencia dialectal, ya que si bien se mantiene constante el valor medio del F_1 , los datos proporcionados por la frecuencia media del F_2 (de 1.377 Hz a 2.065 Hz) varían de uno a otro dialecto; además el grado de palatalización de esta vocal [e] en el dialecto vizcaíno, es idéntico al de [i], (de 1.583 a 2.065 Hz).

[FIG. 5 Sonogramas de [e]]

Realización del fonema /a/

- Representación ortográfica: a ("zabala")
- Descripción articulatoria: Grado de abertura máximo
- Descripción acústica: Rasgo vocálico, no consonántico, habitualmente sonoro, denso y timbre entre grave y agudo.

Puede aparecer en posición tónica y átona. Así como en las anteriores realizaciones vocálicas se ha apreciado algún tipo de variación de distinto orden; en este caso, las realizaciones tanto tónicas como átonas y en cualquier posición silábica, han sido uniformes en los tres dialectos. Espectrográficamente los formantes de la [a] se comportan como sigue:

- a) El F_1 se inserta entre los límites de 413 y 688 Hz (invariancia = 275 Hz)
- b) El F_2 se realiza entre los 1.033 y los 1.514 Hz (invariancia = 481 Hz)

Según estos datos, la [a] vasca, presenta una realización prácticamente igual en todos nuestros informantes, sea cual sea su variedad dialectal.

[FIG. 6 Sonogramas de [a]]

Realización del fonema /o/

- Representación ortográfica: o ("ondo")
- Descripción articulatoria: Segundo grado de abertura en la serie velar (medio)
- Descripción acústica: Rasgo vocálico no consonántico, habitualmente sonoro, denso o difuso y de timbre grave

Aparece tanto en posición tónica como átona. El campo de dispersión de la vocal [o] en cualquiera de sus contornos y posiciones silábicas, tanto en su variante tónica como átona, y tal como se ha podido apreciar para otras vocales, fue uniforme en los tres dialectos. El análisis espectrográfico arrojó los siguientes resultados:

a) El F_1 , fuera de algún resultado asistemático, oscila habitualmente entre los 275 y los 551 Hz (invariancia = 276 Hz).

b) El F_2 se realiza entre los 654 Hz y los 1.101 Hz (invariancia = 447 Hz).

Aunque la igualdad fue manifiesta, sí queríamos señalar que, tanto con posición tónica como átona, las realizaciones de la vocal [o] en los informantes navarros presentan un grado ligeramente mayor de abertura y labialización, en relación al resto de los informantes. Sin embargo, en el dialecto vizcaíno se agrupan las realizaciones menos labializadas. Es decir, si se hiciera una escala de 1 a 3 grados de abertura y labialización, el navarro ocuparía el 3, y el vizcaíno el 1, quedando en una situación intermedia el dialecto guipuzcoano.

[FIG. 7 Sonogramas de o]

Realizaciones del fonema /u/

- Representación ortográfica: u ("gezurra")
- Descripción articulatoria: Primer grado de abertura de la serie velar
- Descripción acústica: Rasgo vocálico no consonántico, habitualmente sonoro, difuso y de timbre grave

Puede aparecer en posición tónica o átona. Las realizaciones, en cualquiera de los contornos y posiciones silábicas, tanto tónicas como átonas, no presentan ninguna distribución, fenómeno este ya observado en otras realizaciones vocálicas. Del examen acústico en el sonógrafo deducimos los datos siguientes:

a) El F_1 varía entre 241 y 413 Hz (invariancia = 172)

b) El F_2 oscila entre 620 y 1.033 Hz (invariancia = 413 Hz)

La zona de dispersión originada por estas invariantes presenta concomitancias con la establecida por la invariancia de la vocal [o], de un modo semejante a lo que hemos visto en la [e] respecto de [i] para el dialecto vizcaíno.

Esta proximidad entre [o] y [u], ha sido ya señalada para la lengua vasca por distintos autores, entre ellos citaremos a Gavel, Navarro y Michelena. Articulatoriamente como ya ha ocurrido con la [o], la variación es mínima.

[FIG. 8 Sonogramas u]

Conclusión

Lo expuesto hasta aquí nos permite, por el momento, y sin perjuicio de que este estudio sea ampliado, —tarea en la que nos encontramos en este momento— mostrar la existencia de cinco unidades vocálicas claramente diferenciadas; ahora bien, por lo

que respecta a la oposición abertura/cierre, encontramos que los pares contrapuestos, de cada una de las dos series [i/u] y [e/o], no son equiparables en relación a este parámetro; es decir, el grado de abertura de la vocal [u] es considerablemente mayor que el de la [i], fenómeno este que también se produce entre [e] y [o]. Por otra parte, en cuanto a la oposición anterior/posterior (palatalización/velarización) se observa una distribución llamativa: en el caso del dialecto vizcaíno la vocal [i] y la [e] se encuentran muy próximas; además en la serie posterior ocurre un fenómeno similar, e incluso en mayor grado: la vocal [o] presenta un grado de velarización —prácticamente igual— muy próximo al de [u].

Teniendo en cuenta ambos factores (abertura/cierre) y (anterior/posterior) se explicarían las dificultades de delimitación de timbre entre estos dos grupos vocálicos: [e] con [i] y [o] con [u] que se producen con tanta frecuencia en el habla.

Por su parte, la vocal [a], como en otras lenguas, mantiene el grado máximo de abertura con una diferenciación muy clara respecto a las otras vocales, ahora bien, teniendo en cuenta su carácter central se aprecia sin embargo un ligero desplazamiento hacia la serie velar.

Bibliografía

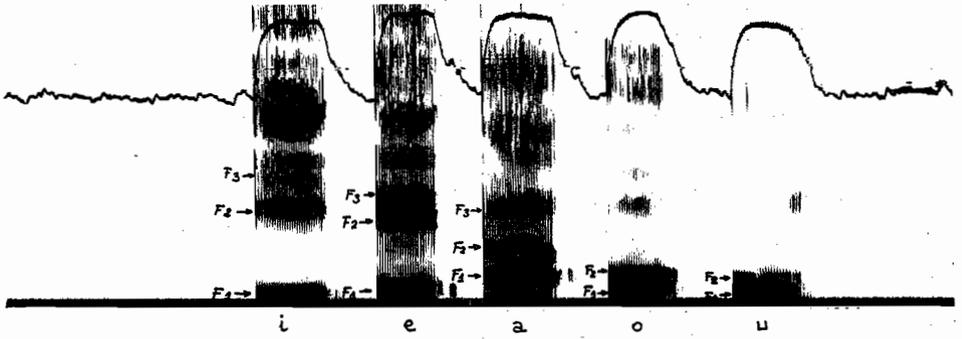
- Alonso, A., 1923, "Consonantes de timbre sibilante en el dialecto vasco-baztanés", *III Congreso de Estudios Vascos*, San Sebastián, 57-64.
- Anderson, J. M., 1973, "Structure du dialecte basque du Maya de G. N'Diaye", *Lingua*, 32, 344-355.
- Azkue, R., M.^a de, 1919, "Fonética vasca", *I Congreso de Estudios Vascos*, Bilbao, 456-480.
- , 1932, *Particularidades del dialecto roncalés*, Bilbao.
- Cerdá, R., 1972, *El timbre vocálico en catalán*, CSIC, Madrid.
- Chiba, T. y Kajiyama, M., 1941, *The vowel, its nature and structure*. Tokyo. Citamos por la 2.^a ed. de 1958.
- Corum, C., 1972, "Palatalization Phenomena in Basque", *ASJU*, 29-34.
- Delattre, P., 1948, "Un triangle acoustique des voyelles orales du français", *The French Review*, 21, 477-484. Recogido en 1966, 236-242.
- , 1951, "The physiological interpretation of sounds spectrograms", *Publications of The Modern Language Association of America*, 66, 864-876.
- , 1964, "Change as correlate of the vowel-consonant distinction", *Studia Linguistica*, XVIII, 12-25.
- , 1966, *Studies in French and comparative phonetics: selected papers in French and English*. The Hague, Mouton.
- Dunn, H. K., 1950, "The calculation of vowel resonances, and an electrical vocal tract", *Journal of Acoustical Society of America*, 22, 740-753.
- Echaide, A., 1968, *Castellano y vasco en el habla de Orío*. Pamplona, Príncipe de Viana.
- Fant, C. G., 1960, *Acoustic theory of speech production*. The Hague, Mouton. Citamos por la 2.^a ed. de 1970.
- , 1968, "Analysis and synthesis of speech processes" in Malmberg, *Handbook of Phonetics*, Amsterdam. North-Holland Publ. Co., 173-277.
- Gavel, H., 1920, *Éléments de phonétique basque*, RIEV, XII, 1-542, y tirada aparte.
- , 1960, "Réponses souletines", *Euskera*, 293-316.
- Haggard, M. P., 1963, "In the defence of the formant" *Phonetica*, x, 231-233.
- Hala, B., 1956, "Nature acoustique des voyelles". Praze, NKU, *Acta Universitatis Carolinae*, v, 54-59.
- Helmmoltz, H. L. F., 1930, *On the sensations of tone as phisiological basis for the theory of music*. Trad. del alemán por A. J. Ellis, 5.^a ed. London, Longmans, Green and Co.

- Holmer, N. M., 1964, *El idioma vasco hablado (Estudio de dialectología euskérica)*, 2ª impresión Anejos del ASJU 5, San Sebastián 1991.
- , y Abrahamson, V., 1968-69, "Apuntes vizcaínos", *ASJU*, II, 87-141, III, 171-227.
- Konopczynski, G., 1973, "La distinction voyelle-consonne reconsiderée à partir de quelques théories phonologiques et de recherches recentes sur la perception des sons du langage", *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg*, 5, 129-149.
- Lafon, R., 1958, "Contribution à l'étude phonologique du parler basque de Larrau (Haute-Soule)", in *Estructuralismo e historia. Homenaje a A. Martinet*, La Laguna, II, 153-191.
- Larrasquet, J., 1928, *Action de l'accent dans l'évolution des consonnes*. Paris.
- , 1932, "Phonétique du Basque de Larraja", *RIEV*, 153-191.
- , 1934, *Le Basque souletin nord-oriental*. Klincksieck, Paris.
- Lindblom, B., y Sundberg, J., 1971, "Acoustical consequences of lip, tongue, jaw, and larynx movement", *Journal of Acoustical Society of America*, 50, 116-179.
- Malmberg, B., 1952, "Le problème du classement des sons du langage et quelques questions connexes", *Studia Linguistica*, 6, 1-56. Recogido en id, *Phonétique générale et romane*. The Hague, Mouton, 67-108.
- Martinet, A., 1955, "Les oclusives en Basque", *Economie des changements phonétiques. Traité de phonologie diachronique*. Berna.
- Michelena, L., 1951, "De fonética vasca. La distribución de las oclusivas aspiradas y no aspiradas", *BAP*, VII, 539-549. Recogido en *SHLV*.
- , 1953, "Contribución al conocimiento del dialecto roncalés", IX, 499-549. Recogido en *SHLV*.
- , 1957, "Las antiguas consonantes vascas" in *Estructuralismo e historia. Homenaje a A. Martinet*, La Laguna, I, 113-157. Recogido en *SHLV*.
- , 1967, "Nota fonológica sobre el salacenco", *ASJU*, I, 163-177. Recogido en *PT*.
- , 1977, *Fonética histórica vasca*, 2ª ed. revisada y ampliada. Anejos del ASJU, 4, San Sebastián.
- Mol, H., 1970, *Fundamentals of phonetics. II. Acoustical models generating the formants of the vowel phonemes*. The Hague, Mouton.
- Moutard, N., 1975-76, "Étude phonologique sur les dialectes basques", *FLV*, VII, 5-42, 141-189 y VIII, 9-54.
- , 1981, "Problèmes spécifiques de phonétique et de phonologie basques" in AA.VV., *Euskeal linguistika eta literatura: bide berriak*. Bilbao, Univ. de Deusto, 115-128.
- Navarro Tomás, T., 1923, "Observaciones fonéticas sobre el vascence de Guernica", III *Congreso de Estudios Vascos*, San Sebastián, 49-56.
- , 1925, "Pronunciación guipuzcoana", *Homenaje a Menéndez Pidal*, Madrid, III, 593-653.
- N'Diaye, G., 1970, *Structure du dialecte basque de Maya*, The Hague-Paris, Mouton.
- Oeken, F. W., 1963, "Kritisches zur Formanttheorie der Vokale", *Phonetica*, x, 22-23.
- Ormaechea, N., 1926, "La pronunciación guipuzcoana del señor Navarro Tomás", *RIEV*, XVII, 206-268.
- Peterson, G. E., 1951, "The phonetic value of vowels", *Lg*, 27, 541-553.
- Petursson, M., 1974, "Peut-on interpréter les données de la radiocinémographie en fonction du tube acoustique à section uniforme?", *Phonetica*, 29, 22-79.
- Quilis, A., 1981, *Fonética acústica de la lengua española*. Madrid, Gredos.
- De Rijk, R. P. G., 1970, "Vowel interaction in Bizcayan Basque", *FLV*, v, 149-167.
- Rollo, W., 1925, *The Basque Dialect of Marquina*, Amsterdam.
- Rotaetxe, K., 1978, *Estudio estructural del euskera de Ondarroa*. Durango, Leopoldo Zugaza.
- Rousselot, P. J., 1924, *Principes de Phonétique Expérimentale*. Paris, Didier.
- Salaburu, P., 1983, *Hizkuntz teoria eta Baztango euskalkia: fonetika eta fonologia*. Bilbao, UPV, 2 vols.
- Stevens, K. N., 1968, "On the relation between speech movements and speech perception", *Zeitschrift für Phonetik*, 21, 102-106.

- , y House, A. S., 1955, "Development of a quantitative description of vowel articulation", *Journal of Acoustic Society of America*, 27, 484-493.
- Straka, G., 1963, "La division du langage en voyelles et consonnes peut-elle être justifiée", *Travaux de linguistique et littérature*, I, 1963, 17-99.
- Txillardegui, 1980, *Euskal fonologia*. San Sebastián, Ediciones Vascas.
- Uhlenbeck, C. C., 1909-10, "Contribution à une phonétique comparative des dialectes basques", *RIEV*, III, 469-503 y IV, 65-118.
- Ungeheuer, G., 1962, *Elemente einer akustischen Theorie der Vokalarticulation*. Berlin, Springer Verlag.
- Urrutia, H., Etxebarria, M., Turrez, I., Duque, J. C., 1988, *Fonética vasca. I. Las sibilantes en vizcaíno*. Bilbao, Univ. de Deusto.
- Vinson, J., 1869-70, "Premier essai de phonétique basque", *Revue de Linguistique*, III, 423-459 y IV, 118-127.
- Von Kempelen, W., 1970, *Mechanismus der menschlicher Sprache nebst einer sprechenden Maschine*. Faksimile-Neudruck der Ausgabe. Wien, Stuttgart.
- Willis, Cl., 1971, "Synthetic vowel categorization and dialectology", *Language and Speech*, 14, 213-228.
- Yrizar, P. de., 1981, *Contribución a la dialectología de la lengua vasca*. San Sebastián, CAPG, 2 vols.
- Zarabozo, C., 1972, "Two borrowed sound changes in Basque", *ASJU*, VI, 174-182.

788 SONOGRAM • KAY ELECTRONICS CO. PINE BROOK, N. J.

FIGURA 1. VOZ MASCULINA



788 SONOGRAM • KAY ELECTRONICS CO. PINE BROOK, N. J.

FIGURA 1. VOZ FEMENINA

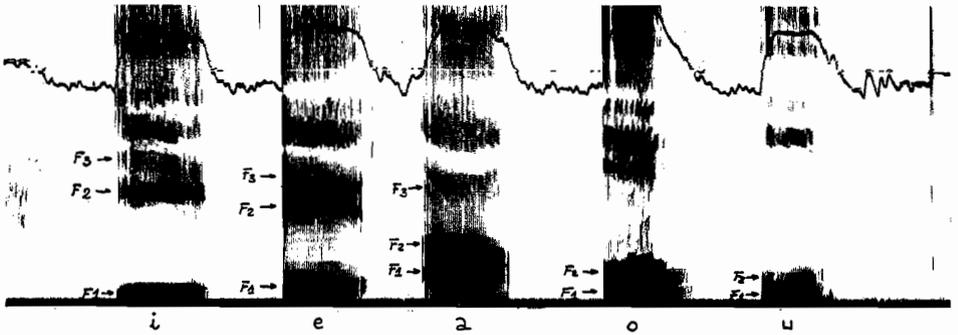


FIGURA 2

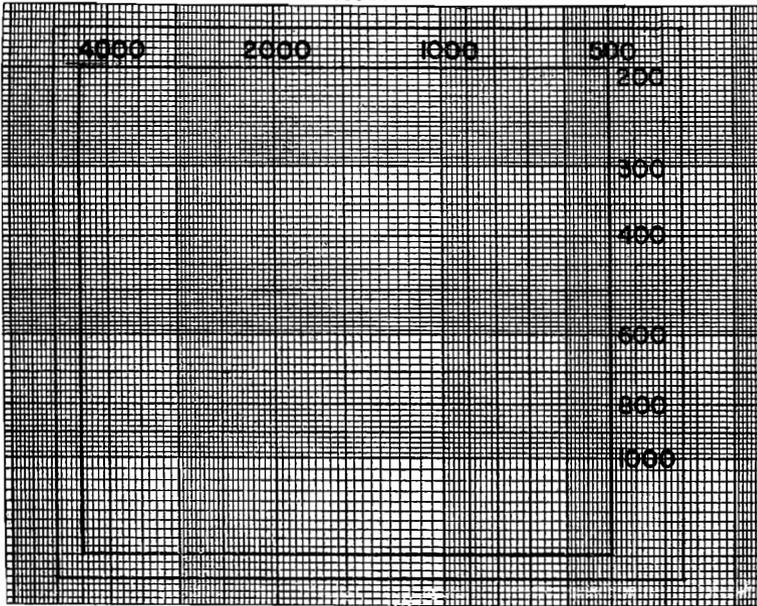
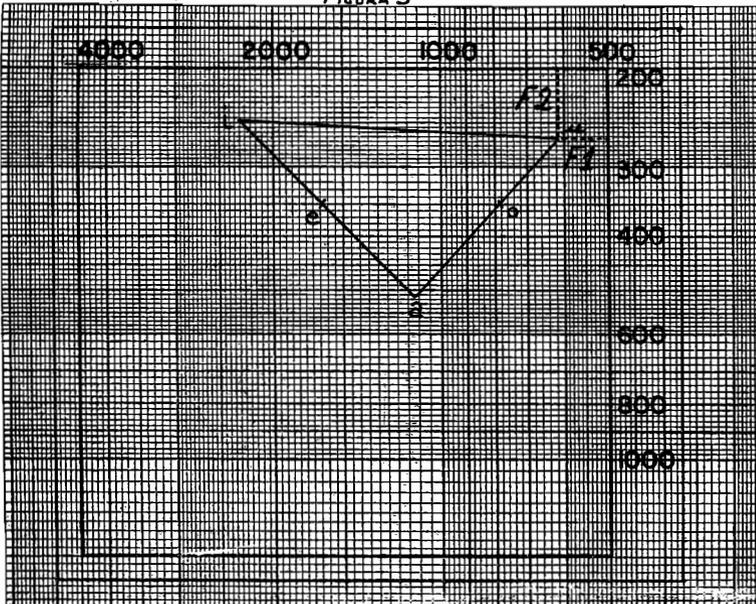


FIGURA 3



TYPE B/55 SONAGRAM © KAY ELECTRONICS CO. PINE BROOK, N. J.

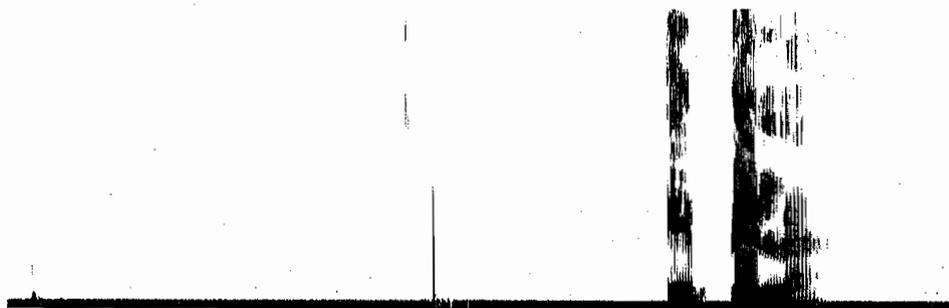
FIGURA 4



ipéxi

TYPE B/55 SONAGRAM © KAY ELECTRONICS CO. PINE BROOK, N. J.

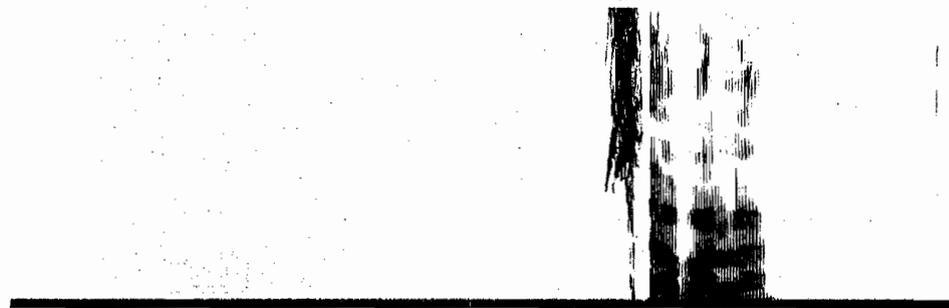
FIGURA 5



epéla

TYPE B/55 SONAGRAM © KAY ELECTRONICS CO. PINE BROOK, N. J.

FIGURA 6



sápala

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.

FIGURA 7



o n d o

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.

FIGURA 8



a p u r t u