

## EL ESPECTRÓGRAFO. SU UTILIZACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE UNA NUEVA LENGUA

CARMELO MEDINA CASADO \*

### EL ESPECTRÓGRAFO. SU UTILIZACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE IDIOMAS.

#### 1. EL APARATO

1.1. El espectrógrafo es un instrumento usado para separar, grabar y registrar los componentes espectrales de una fuente dada. La separación de sus componentes puede ser producida por medio de refracción o difracción y presentarse como una fotografía, un trazo sobre una pantalla osciloscópica, o en una gráfica. El espectrógrafo es un instrumento muy usado en el campo de la astronomía junto con el telescopio.

En un primer momento y durante muchos años ha predominado en Fonética la descripción de los sonidos desde el punto de vista articulatorio o fisiológico, con lo que este campo tomó un rápido desarrollo. Hoy en día, el perfeccionamiento y fiabilidad que ofrecen los aparatos de medición de sonidos, junto a su mayor accesibilidad por los estudiosos en general, hacen que sea imprescindible, en el estudio de los sonidos, la utilización tanto de la fonética acústica como de la articulatoria.

La combinación de estos dos tipos de descripciones y análisis: acústicos y articulatorios, ayuda a una sistematización más objetiva de los sonidos que han de ser adquiridos por el que estudia una lengua extranjera.

1.2. En el campo de la fonética acústica, varios han sido los aparatos que se han utilizado hasta llegar al espectrógrafo, como son los resonadores de Helmholtz, 1856; El Kimografo, descrito por Rousselot (1924)<sup>1</sup>, o el osciloscopio y oscilografo, que es muy usado en los modernos laboratorios de fonética y que es des-

---

\* Profesor de Inglés del I. B. «Virgen del Carmen» de Jaén.

crito, entre otros, por Burgstahler y Straka (1964)<sup>2</sup>. algunos de estos aparatos, hasta con 1000 MHz, hacen posible el análisis de sonidos con gran precisión.

1.3. Sobre el espectrógrafo o sonógrafo, por su nombre comercial, Kay Sonograph, su uso y descripciones técnicas, podemos destacar como más importantes los estudios de Potter, Kopp and Green (1947)<sup>3</sup>, Marttin Joss (1948)<sup>4</sup> y en nuestro país el de Antonio Quillis (1960)<sup>5</sup>.

En la primera publicación que se hizo acerca del espectrógrafo, Koenig, Dunn and Lacey (1946)<sup>6</sup> lo describen como «a wave analyzer which produces a permanent visual record showing the distribution of energy in both frequency and time».

El aparato consta de unas partes esenciales que son el cilindro reproductor, el disco magnético y el sistema de los filtros, además de una serie de mecanismos. (Ver fig. 1).

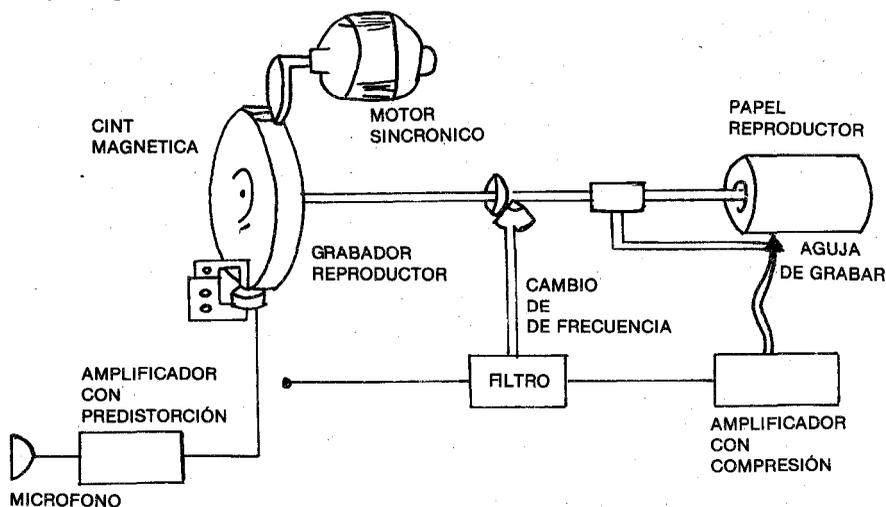


Fig. 1: Representación esquemática del espectrógrafo.

1. ROUSSELOT, P. (1924). Principes de Phonetique Expérimentale. 2e. ed. Tomes 1 et 2. Paris Didier.
2. BURGSTÄHLER and STRAKA, G. (1964). Etude du rythme a l'aide de l'oscillographe catodique combiné avec le sonometre. Trav. Ling. Litt.; pp. 125-41.
3. POTTER, KOPP and GREEN, (1947). Visible Speech. New-York, Van Nostrand.
4. JOSS, M (1948). Accoustic Phonetics. Supplement to Language, Vol. 24, n.º 2.
5. QUILLIS, A (1960). El método espectrográfico. R.F.E., T. 43, Madrid.
6. KOENIG, DUNN and LACEY, (1946). The Sound Spectrograph. The Journal of the Accoustical Society to America.

1.4. En el campo de la fonética acústica, tres son las áreas o dimensiones en las que podemos obtener información sobre las vocales y consonantes: frecuencia, duración e intensidad.

La frecuencia se representa en el eje vertical del papel y cubre una extensión de 0/a 8000 Hertz (Hzs, ciclos por segundo, cps, c/s).

La duración o el tiempo es representado en el eje horizontal y normalmente cubre 2.4 segundos.

La intensidad se representa por el grado de obscuridad de la marca o trazos sobre el papel.

Teniendo en cuenta, como indica Painter (1979)<sup>7</sup> todas las circunstancias del habla son, en definitiva, analizables por sus componentes de frecuencia, duración e intensidad. El espectrógrafo nos da información sobre todos los parámetros del habla y nos posibilita para realizar un análisis acústico en sus rasgos segmentales y suprasegmentales.

## 2. SU UTILIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA

2.1. Después de trabajar, mediante contrato, con la oficina de Educación U.S.A., para poder construir un equipo apropiado para la comparación fonética de diferentes lenguas, Pierre Delattre (1965)<sup>8</sup> nos describe sus experiencias en tres campos: el análisis acústico, la síntesis acústica y un estudio articulatorio. Para la síntesis acústica, que es el que, de momento, más interesa resaltar, nos dice que construyó dos aparatos que permitían aislar y manipular los factores acústicos del habla: son el Sintetizador I, con 50 canales y el Sintetizador II, con sólo 18 canales de frecuencia. Con el primero, debido a su gran número de canales, se conseguían unas consonantes nítidas; con el segundo, en cambio, son estudiadas las variaciones de entonación.

Estos sintetizadores permiten, por tanto, la verificación de las diferencias hipotéticas entre dos lenguas aisladas o en combinación, eliminando los aspectos especulativos que en el pasado tenían este tipo de estudios.

2.2. Veamos la utilización práctica de los sonogramas y las claves para su interpretación.

---

7. PAINTER, P. (1979). An Introduction to Instrumental Phonetics. Baltimore, University Park Press, p. 11 y ss.

8. DELATTRE, P. (1965). Comparing the Phonetic Features of English, German, French and Spanish. London, G. Harrap, p. 8 y ss.

Se trata de comparar dos sonidos vocálicos con notables similitudes como son: el fonema vocálico inglés /ɔ/ y su equivalente en castellano, la vocal /o/.

Indiquemos que para nosotros, la base de comparación de la /o/ castellana con el fonema vocálico inglés /ɔ/ la identificamos, no sólo en la cantidad, como rasgo fundamental, sino también en el redondeamiento de los labios que se produce tanto en /ɔ/ como en la vocal /o/ del castellano. Sigo la clasificación que hace D. Jones de las vocales inglesas —doce en total— y que ha sido la comunmente aceptada por los fonetistas con algunas variantes.

Antes de pasar a la comparación de ambas vocales desde el punto de vista acústico, veamos su descripción desde el punto de vista articulatorio.

Daniel Jones (1972)<sup>9</sup>, nos da la siguiente descripción formal de la manera de realizarse en inglés la /ɔ/:

- I Height of tongue: between half-open and open;
- II Part of tongue which is highest: the back;
- III Position of lips: between open and close lipsrounding;
- IV Opening between the jaws: mediun to fairly wide.

Es decir, se realiza con los labios redondeados, las mandíbulas en una separación media y la parte posterior de la lengua levantada entre abierta y semiabierta.

Navarro Tomas en su Manual de Pronunciación Española (1965), nos describe así la producción de la /o/ desde el punto de vista articulatorio: «Los labios avanzan un poco hacia afuera abocinándose y dando a su abertura una forma ovalada; abertura de las mandíbulas, unos seis milímetros entre los incisivos; la lengua se recoge hacia el fondo de la boca, elevándose por la parte posterior contra el velo del paladar; la punta de la lengua desciende hasta tocar los alvéolos inferiores; tensión media».

A esta descripción solamente añadir que en el caso de la palabra usada en el espectrograma hay una abertura labial mayor de la /o/, así como una separación mayor de las mandíbulas, tratándose más bien de una /o/ abierta, característica en Andalucía y otras áreas del Estado, como apunta el mismo Navarro Tomás.

Las palabras elegidas para el análisis espectrográfico son las Inglesas «Law» y «Saw» y la palabra castellana «Toro», ya que la vocal castellana /o/ junto a la /r/ es la que más similitudes ofrece al fonema Inglés /ɔ/.

La palabra ha sido grabada, junto con otras, en una habitación insonorizada, sobre una cinta de cassette virgen; había varios informantes que leían las palabras escritas, pausadamente.

9. DANIEL JONES (1972). An Outline of English Phonetics, pág. 79. Cambridge University Press.

He seleccionado el sonograma correspondiente de dos de los informantes; uno es un alumno y el otro un profesor de Bachillerato.

Los sonogramas de las palabras fueron realizados con el «Digital Sono-Graph, modelo 7.800 Kay Elemetrics» que tiene la Facultad de Filología de la Universidad de Barcelona.

La grabación es de 8.000 Hzs y el tiempo es de 2,56 segundos.

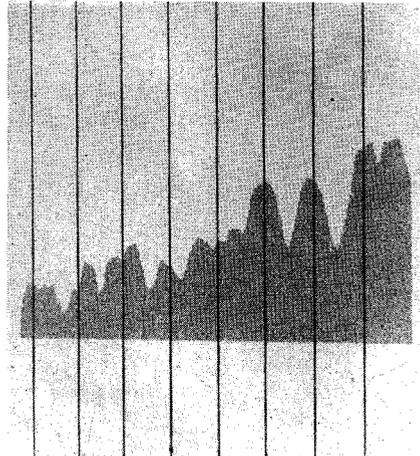
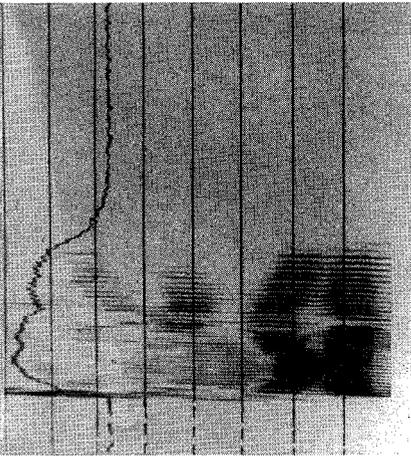
Como he indicado más arriba, los tres parámetros que podemos observar en el sonograma son: el timbre, por la frecuencia que éste ejerce en el eje vertical; el tiempo, en el horizontal, y la intensidad que se puede apreciar por la oscuridad del trazado.

A continuación doy algunas indicaciones más para una fácil lectura e interpretación de los sonogramas.

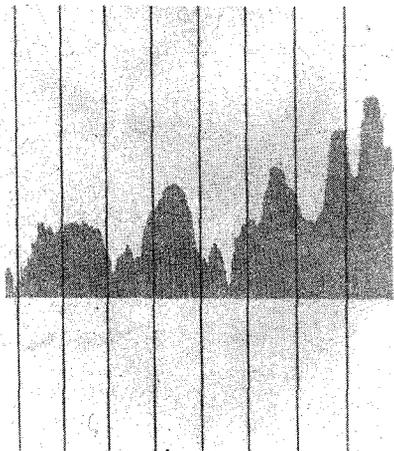
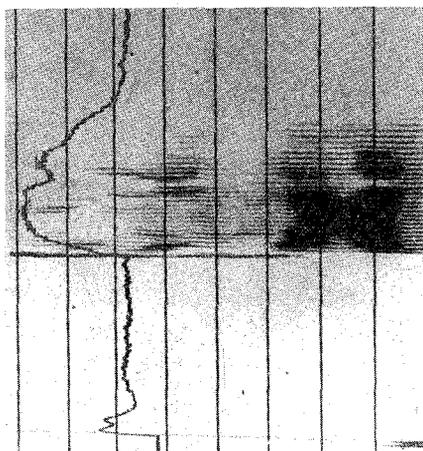
Se han ampliado los primeros 4.000 Hzs, ya que se estima como la ampliación más adecuada para estudiar las vocales. Las líneas de calibración, en el sonograma de 4.000 Hzs (fotografía 1), corresponden una a cada 500 Hzs a partir de la primera; no aparece la línea de 0 Hzs.

En el sonograma de sección vocálica (fotografía 2), las líneas son cada 1.000 Hzs.

Sonogramas de la palabra «Toro» junto a su sección vocálica; reproducidas por los informantes uno y dos:

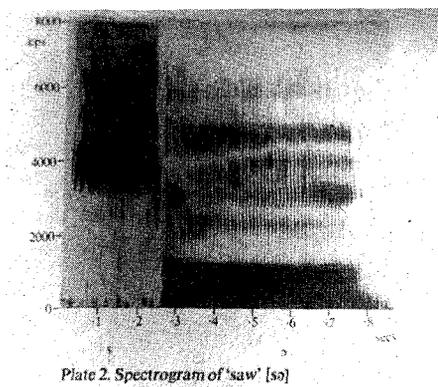


1.<sup>er</sup> Informante

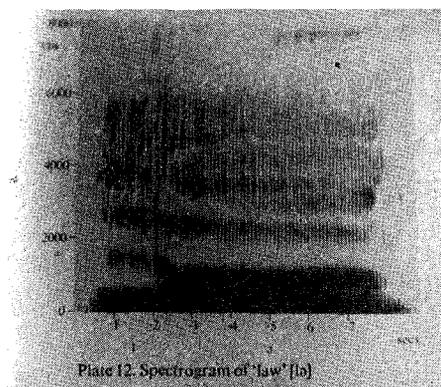


2.º Informante

Sonogramas de las palabras Inglesas «Law» y «Saw» publicadas por J. D. O'Conor (1973) para que pueda hacerse la comparación con el sonograma de Toro.



«SAW»



«LAW»

En cuanto al tono —número de vibraciones por unidad de tiempo— podemos observar en los sonogramas, la descomposición del mismo en armónicos y la separación entre ellos que es equidistante.

El timbre se nos da por la posición de frecuencia de sus formantes, para las vocales es suficiente con los 2 primeros. El primer formante en los sonogramas estaría atravesado por la primera línea de calibración de 500 Hzs y el segundo formante por la línea de 1.000 Hzs. Podemos comprobar la similitud con los sonogramas de las palabras Inglesas. Las relaciones del primer y segundo formantes guardan relación con la abertura bucal: cuanto mayor sea la abertura del canal bucal la frecuencia del primer formante es más elevada.

Por último, Indicar las diferencias, fácilmente apreciables en la fotografía, entre la medición utilizada para sonogramas Ingleses y las indicadas para los sonogramas Castellanos.

2.3. Vamos a referirnos seguidamente a dos experiencias: una la realizada por Lantolf (1976)<sup>10</sup>. Dejamos la polémica sobre si la entonación es o no esencial para la comunicación, o si como los otros rasgos suprasegmentales, debería tener un puesto prominente en el sistema fonológico de la lengua. Para el estudio que estamos realizando, nos basta conocer la experiencia y los resultados conseguidos por el espectrógrafo.

Lantolf nos advierte de las críticas sobre el valor del análisis espectrográfico en este campo: dificultad para dibujar y leer los contornos de la entonación; dificultad de señalar el punto exacto en que ocurre un cambio significativo; etc. De hecho concluyente diciendo que la única ventaja generalmente aceptada, es que estos son de ayuda para mostrar las variaciones dialectales.

Sin embargo, estima que las ventajas de las curvas de entonación son más útiles que la utilización de un sonido aislado dentro de la frase para determinar su valor fonológico, ya que, mientras los alófonos tanto a nivel segmental como suprasegmental no tienen significación en libre variación, no ocurre lo mismo cuando se encuentran en distribución complementaria.

En la experiencia realizada por Lantolf con frases interrogativas en español con informantes de diferentes nacionalidades, nos muestra que hay poca correlación entre la relación numérica del tono de la voz y la realidad acústica. (Ver fig. 2).

En las dos gráficas vemos una ligera variación de las finales de las frases, apreciándose una caída al final de la frase, en el caso del informante castellano, que contrasta con la elevación del informante chileno y ambas a su vez en el contorno numérico del tono de la voz.

El autor defiende, a la vista de los resultados, la validez e importancia de los análisis espectrográficos para arrojar luz en los análisis de los sistemas fonológicos de las lenguas.

10. LANTOLF, J. P. (1976). On Teaching Intonation. *Modern Language Journal*, pp. 267-74.

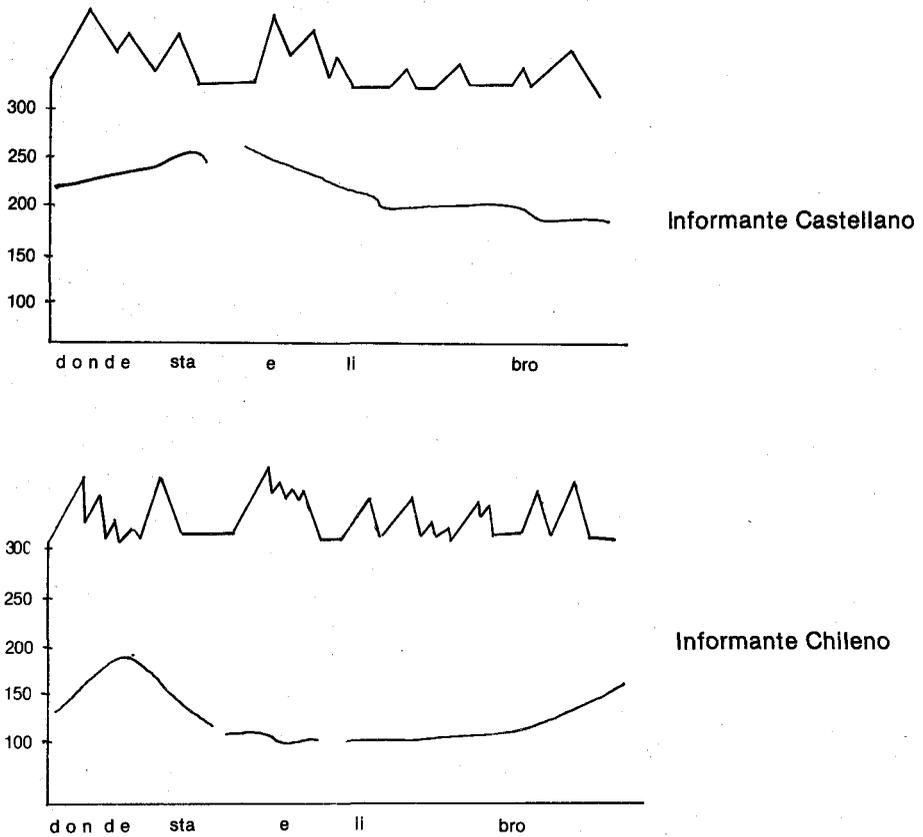


Fig. 2. Líneas de entonación obtenidas con el espectrógrafo.

2.4. Otra experiencia a la que nos referimos es la realizada en la Universidad de Wisconsin por R.D. Kent (1978)<sup>10</sup>. En este caso los informantes eran niños en edad preescolar, de edades comprendidas entre los 4 y 5 años y se trataba de imitar sonidos vocálicos ingleses y de otras lenguas. El total de niños implicados era 10 y el número de sonidos vocálicos eran 15,5 de los cuales (u, a, æ, i, ʒ) eran ingleses. El estímulo o sonido a imitar estaba grabado para que lo escuchasen a través de un aparato Sony TC-270 y sus respuestas fueron recogidas en un Kay-Elementrics 7029 A Sono-graph equipado con un filtro de 500 Hz y un cotador de frecuencia 7056.

11. KENT, R. D. (1978). Imitation of Synthesized Vowels by Preschool Children. *Journal of the Acoustical Society of America*, pp. 1193-1198.

No entro en el desarrollo de la experiencia, lo que sería muy amplio, y me remito al artículo citado de Kent<sup>11</sup>; sí entraremos en sus conclusiones, en las que, al contrario de otros estudios anteriores, defiende la alta capacidad de reproducir e imitar vocales inglesas y de otras lenguas por niños de edad preescolar; aunque la variedad de reproducción tiende a ser mayor para las vocales no nativas y que la precisión de la imitación de vocales está limitada tanto por las limitaciones auditivas como por la variedad (actuación) motriz articulatoria.

Los resultados obtenidos en este estudio comparados con otros resultados previos con hombres, mujeres y niños de 6 años, hacen afirmar a Kent la consistencia y validez de los mismos.

A continuación reproducimos una de las gráficas en las que se muestran los valores de la imitación de las 5 vocales inglesas citadas, por 5 diferentes grupos de informantes: hombre, mujeres, niños de seis años, niñas de seis años y los preescolares. (Ver fir. 3).

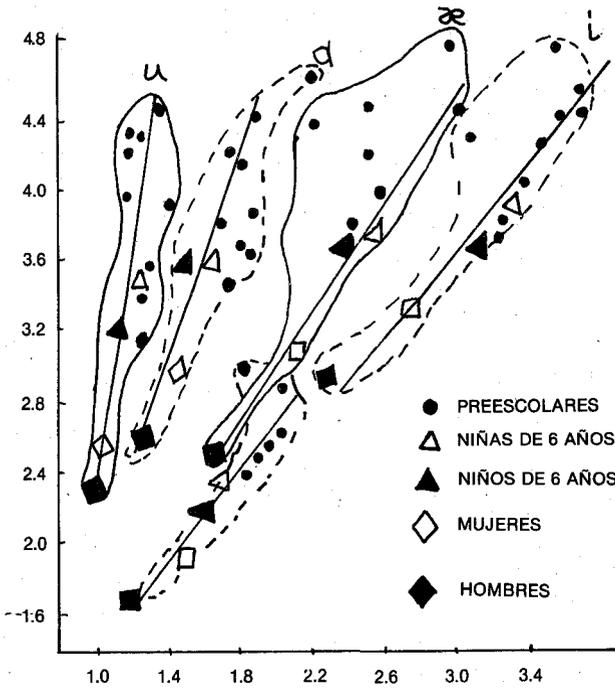


Fig. 3. Valores comparados de las vocales: u, a, æ, i, ɜ, por hombres, mujeres y niños.

2.5. Volvemos ahora, vistos estos ejemplos de utilización del espectrógrafo, al uso del mismo en la enseñanza de lenguas extranjeras. Para ello, el profesor podría tener gráficas con los resultados obtenidos mediante este aparato tanto de las consonantes como de las vocales y, en particular, de los sonidos nuevos de la nueva lengua a adquirir.

La comparación de estos gráficos entre la lengua de partida y la nueva, le daría unos datos objetivos y científicos para insistir en un aspecto u otro del aprendizaje, con detalles, en el caso de las vocales, sobre si son centrales, frontales o posteriores, su riqueza, centro de gravedad, relaciones entre duración y lugar de producción, nasalidad, etc.

Con los sonidos completamente nuevos puede hacerse una lista con las descripciones, tanto acústicas como articulatorias, para superar las dificultades que se producen en el aprendizaje, mediante una enseñanza más insistente en estos aspectos.

Estos análisis y gráficas nos permiten una aproximación más científica a la adquisición de la nueva lengua y permiten asimismo una enseñanza más individualizada, ya que, además de tener presente los «standard», nos permitirían, mediante pruebas realizadas con los alumnos en particular, establecer sus propias limitaciones y dificultades que podrían deberse a deficiencia orgánicas y que ellos mismos podrían apreciar con la lectura de su propia gráfica. Estas pruebas podrían, de acuerdo con las posibilidades existentes, realizarse de nuevo con los mismos alumnos en el transcurso del tiempo, para apreciar los posibles avances y desviaciones. Todo esto sin olvidar la ayuda que supone como material valorable en sucesivas y futuras experiencias, y como indicación y seguimiento para el profesor de la eficacia de su enseñanza y la necesidad de insistir en un aspecto u otro del aprendizaje.

### **CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA SU UTILIZACION**

3. El espectrógrafo normalmente ofrece la elección entre dos tipos de filtros: el de banda ancha (3.000 Hz) y el de banda estrecha (45 Hz), con lo que podemos utilizarlo de acuerdo con lo que queramos resaltar. La banda ancha es imprecisa respecto a la frecuencia y los armónicos; pero sí lo es respecto al tiempo y es aconsejable para informantes con un tono de voz grave. En cambio el de banda estrecha tiene características opuestas: de ser preciso respecto a la frecuencia y la separación de armónicos e impreciso respecto al tiempo, y es aconsejable para informantes con un tono de voz agudo.

Otras circunstancias a tener en cuenta para la utilización práctica de estos aparatos, una vez vistas sus posibilidades de maniobrarlo y el ejemplo arriba cita-

do, son las siguientes: en general las grabaciones hechas por un varón adulto son más fáciles de analizar que las de mujer; los formantes de una voz femenina pueden ser de 10 a 15 por ciento más altas que las de una voz masculina.

Las grabaciones de niños son a menudo difíciles de analizar, sin embargo ya hemos visto su validez en la experiencia realizada.

El tiempo que nos permiten las grabaciones no es más que de 2,5 segundos, alrededor de cuatro palabras o una frase corta.

Hay que tener en cuenta también los sonidos que queremos analizar: las vocales y en cierta medida las nasales, líquidas y semivocales, tienen un formante claro de manera que en el «espectrum» la frecuencia es relativamente grande en su amplitud; las fricativas ofrecen poca energía y está distribuida desigualmente a través del «espectrum»; las implosivas se caracterizan por su falta de energía durante su presión, seguida de una breve explosión de la misma en el momento de su liberación.

A parte hay que prestar atención a los contextos a utilizar para poder tener un análisis lo más objetivo posible del sonido a analizar. Por ejemplo, consonantes bilabiales para el análisis de vocales. Otros consejos podrían ser de tipo técnico como el referente al tipo de cinta adecuada para grabar los textos, caso de no hacerse directamente sobre el espectrógrafo y el que ha de hacerse su grabación, a ser posible, en sala insonorizada, para evitar sonidos que puedan distorsionar y por tanto hagan inútil su lectura en el espectrógrafo.

## BIBLIOGRAFIA

MARTINEZ CELDRAN, E. (1984). *Fonética*. Editorial Teide. Barcelona.

MOROY CASAS, Rafael (1980). *Aspectos Fonéticos de las Vocales Españolas*. Editorial SGEL. Madrid.

QUILLIS, A. (1981). *Fonética Acústica*. Editorial Gredos. Madrid.

QUILLIS, A. y FERNANDEZ, J. A. (1966). *Curso de Fonética y fonología Españolas para Estudiantes Anglo-americanos*. C.S.I.C. Madrid. 2.ª edición.

