

FONETOMETRÍA: UNA PROPUESTA DE PROTOCOLO

Edmon Elgström Misol

Laboratorio de Fonética Aplicada - LFA

Resumen

En este artículo se presenta un protocolo para la realización de la fonetometría -técnica objetiva de análisis y medición del campo vocal que permite conocer, en términos cuantitativos, la situación vocal de una persona en un momento determinado-. En primer lugar, se realiza una explicación del funcionamiento de la fonetometría, así como de sus orígenes y de la evolución que el instrumento ha experimentado hasta nuestros días. En segundo lugar, se describe el nuevo protocolo que ha sido elaborado para la realización de la fonetometría y que está compuesto por dos partes diferenciadas: una relativa al técnico responsable de llevar a cabo la medición y la otra relativa a la persona a la cual se le practica. Finalmente, se presentan las principales aplicaciones de la fonetometría en el campo de la música y de su docencia, en la evaluación y diagnóstico de la voz y en la formación de la voz hablada.

PALABRAS CLAVE: fonetometría, evaluación de la voz, voz cantada, voz profesional y formación vocal.

Abstract

In this article we put forward a protocol to make a phonetometry –an objective analysis and measuring system of the vocal range which enable us to learn, in quantitative terms, the vocal situation of a person in a particular point in time. First, we present how the phonetometry works as well as its origins and the development undergone by the instrument to date. Second, the new protocolo, devised to make the phonetometry, is described from two different aspects: the first one relating to the expert responsible for the measuring and the second one relating to the person measured. Finally, the main applications of the phonetometry in the field of music and music teaching, in the voice assessment and diagnosis, and in the spoken voice training are included.

KEYWORDS: phonetometry, voice assessment, singing voice, professional voice and vocal training.

Resum

En aquest article es presenta un protocol per a la realització de la fonetometria -tècnica objectiva d'anàlisi i medició del camp vocal que permet conèixer, en termes quantitativs, la situació vocal d'una persona en un moment determinat-. En primer lloc, es realitza l'explicació del funcionament de la fonetometria, així com del seus orígens i de l'evolució que l'instrument ha experimentat fins als nostres dies. En segon lloc, es descriu el nou protocol que ha estat elaborat per a la realització de la fonetometria i que està compostat de dues parts diferenciades: una relativa al tècnic responsable de dur a terme la medició i l'altra relativa a la persona a la qual se li practica. Finalment, s'inclouen les principals aplicacions de la fonetometria en el camp de la música i la seva docència, en l'avaluació i diagnòstic de la veu i en la formació de la veu parlada.

PARAULES CLAU: fonetometria, avaluació de la veu, veu cantada, veu professional i formació vocal.

1. Introducción a la fonetometría: un instrumento objetivo de análisis y evaluación de la voz¹

1.1. ¿Qué es la fonetometría?

La fonetometría consiste en la medición del volumen o nivel de presión sonora en decibelios, tanto el máximo como el mínimo, que una persona es capaz de emitir y mantener, al menos durante dos segundos, en un tono determinado (Gramming en Gamboa et al.,1996). En consecuencia, el fonetograma es la representación gráfica de la conducta vocal de una persona realizada a partir de la medición de dos parámetros objetivos y cuantificables, la intensidad (en dB) y la frecuencia (en Hz), resultados que se registran en un diagrama cartesiano.

Concretamente, en el programa *Phonetogram* del “software” *Dr. Speech Science*² para Windows -versión 4.0- de *Tiger Electronics Inc*, en el eje de abscisas, o eje horizontal, se representan las frecuencias recogidas desde los 32,7 Hz hasta los 2.097 Hz, margen de sonidos que, expresado en términos musicales, comprende un total de seis octavas. En el eje de ordenadas, o eje vertical, se representan los niveles de presión sonora, es decir las intensidades mínima y máxima a que es posible emitir cada una de las frecuencias recogidas, y que van desde los 40 dB hasta los 120 dB (ver fonetograma número 1)³.

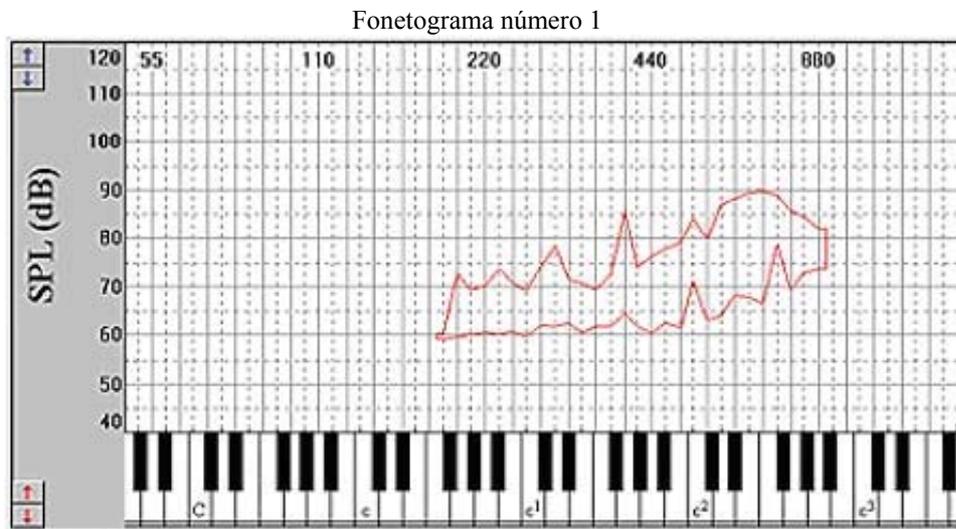
La gráfica que expresa los resultados de la medición está constituida por dos curvas, una superior y otra inferior, que indican, respectivamente, los niveles de presión sonora máximos y mínimos que es capaz de emitir el informante y que delimitan lo que se conoce como campo vocal o gama vocal⁴. En el fonetograma, el límite izquierdo del campo vocal corresponde a las frecuencias más graves que la persona a la cual se realiza la medición es capaz de entonar, y el límite derecho a los sonidos más agudos que esta puede emitir (Gamboa et al.,1996).

¹ Este trabajo se inscribe en el proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología *Fonética Aplicada a la Educación*, nº de ref. BSO2002-03479.

² “Dr Speech” es un paquete de “software” independiente de “hardware” alguno que funciona en el entorno windows. Una alternativa al programa “Phonetogram” sería el “software” “Voice Range Profile” de Kay El., que forma parte del paquete de “software” asociado al CSL 4300. Además de estos programas hay otras alternativas, como por ejemplo, el kit de desarrollo del “software” de análisis “Snack” que incluye un fonetograma básico (<http://www.speech.kth.se/sanck/>).

³ La totalidad de imágenes -fonetogramas y fotografías- que se presentan a lo largo de este artículo han sido extraídas de Elgström (2005).

⁴ Se entiende por extensión de la voz, o extensión tonal, el conjunto de sonidos, del más agudo al más grave, que una persona puede emitir al cantar con más o menos dificultad, mientras que tesitura (del italiano, tessitura = tejido, tramo) es aquella parte de la extensión vocal que se adapta mejor a una determinada voz (Regidor, 1977: 26). En otras palabras, la tesitura es el conjunto de sonidos en los que la persona que canta se desplaza más fácilmente y con la máxima sonoridad (Cobeta, 1996: 357-365). Por otro lado, el término campo vocal o gama vocal además de considerar la extensión tonal también considera el margen dinámico, es decir la intensidad a la que se emiten la totalidad de las frecuencias de la extensión tonal.



Informe del fonetograma número 1

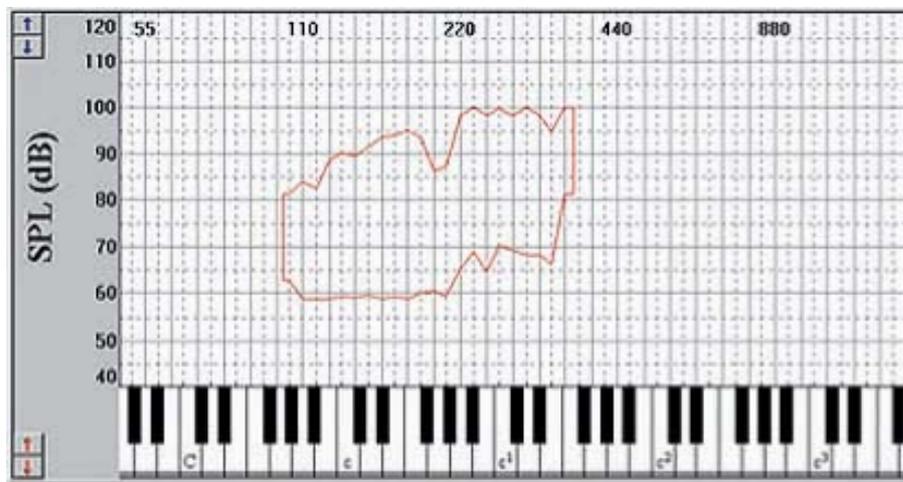
	Total (Hz)	Total (semitonos)	Mínima (Hz)	Nota mín.	Máxima (Hz)	Nota máx.
Extensión tonal:	695	27	185	f#	880	a2

	Total	Mínimo	Máximo		
Margen dinámico (dB):	30.3	59.2	89.5	Área: (dB x semitonos)	376.1

El fonetograma, en el caso del programa informático al que hemos hecho referencia, se presenta siempre acompañado de un informe que permite conocer, exactamente, algunos de los principales parámetros que se registran en cada una de las mediciones practicadas. Así pues, en lo que a la extensión tonal se refiere, el informe indica -en Hz- las frecuencias máxima y mínima emitidas –acompañadas de su correspondiente equivalencia en notación musical- así como la amplitud de ésta, que también se presenta expresada en semitonos. Del margen dinámico, expresado en dB, el informe indica la intensidad mínima y máxima registradas, así como el margen total de intensidad producido.

Los resultados de esta prueba son de gran utilidad, dado que permiten conocer y observar con una gran exactitud la evolución del campo vocal de una persona a lo largo de un determinado periodo de tiempo, llegando incluso a demostrar la existencia del más mínimo cambio en cualquiera de los dos parámetros, tanto sea a nivel de frecuencias como de intensidades, o bien en ambos, aspecto que valorado subjetivamente sería totalmente imperceptible. En este aspecto obsérvese, en los fonetogramas números dos y tres, las pequeñas diferencias existentes, básicamente a nivel dinámico, entre las dos mediciones del campo vocal de la misma persona, un estudiante de canto, realizadas en dos periodos de tiempo distintos.

Fonetograma número 2



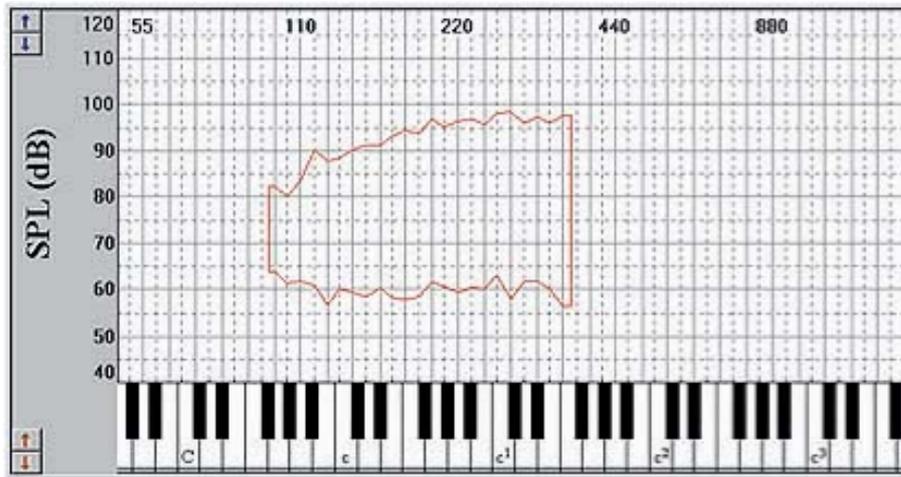
Informe del fonetograma número 2

	Total (Hz)	Total (semitonos)	Mínima (Hz)	Nota mín.	Máxima (Hz)	Nota máx.
Extensión tonal:	245	21	104	G#	349	f1

	Total	Mínimo	Máximo
Margen dinámico (dB):	53.3	48.7	102.0

Área: (dB x semitonos)	722.9
---------------------------	-------

Fonetograma número 3



Informe del fonetograma número 3

	Total (Hz)	Total (semitonos)	Mínima (Hz)	Nota mín.	Máxima (Hz)	Nota máx.
Extensión tonal:	251	22	98	G	349	f1

	Total	Mínimo	Máximo
Margen dinámico (dB):	41.6	56.4	98.0

Área: (dB x semitonos)	745.9
---------------------------	-------

1.2. Origen y evolución de la fonetometría

En lo que respecta al origen y a la evolución de la fonetometría, es preciso comentar que este instrumento, desde su creación, ha sido designado de maneras diversas. El primer nombre con el que se conoció, “curva vocal”, tal vez haciendo referencia a la expresión gráfica del resultado de la prueba, fue descrito por Calvet en 1953. Años más tarde, en 1972, Komiyama (en Perelló, 1996) designó a este procedimiento de análisis como “fonograma”, siendo el mismo quien, cinco años después, apuntó la posibilidad de aplicar un mecanismo que posibilitara inscribir automáticamente las curvas en lugar de realizar este procedimiento de una manera manual. Finalmente, en 1977, Dejonckere (en Perelló, 1996) le llamó “fonetograma”, nombre con el que se conoce en la actualidad. En inglés, tal y como figura en el instrumento comercializado por la casa *Kay El*, es conocido por *Voice Range Profile*.

La fonetometría, como técnica de medición, empezó realizándose manualmente mediante dos instrumentos, un piano, o bien un teclado, y un sonómetro, tratándose de

un procedimiento bastante lento, debido a que era necesario registrar individualmente y de una manera manual cada una de las frecuencias producidas, con sus intensidades mínimas y máximas. Hoy en día, con la incorporación de los medios informáticos a la realización de las mediciones, se ha simplificado en gran manera el mecanismo de producción de las fonetometrías, tanto en lo que respecta a las tareas de realización de esta prueba, como en el tiempo invertido en llevarse a cabo.

Así pues, y por lo que propiamente al mecanismo de la prueba respecta, en la actualidad solamente se necesita disponer de un programa informático especializado, instalado en un ordenador personal, y de un micrófono⁵. El mismo programa para la realización de las fonetometrías permite producir los sonidos que la persona explorada ha de reproducir y recoge la totalidad de frecuencias, con sus respectivas intensidades, producidas a lo largo de la medición por la persona evaluada, registrándose automáticamente en un diagrama cartesiano. Este programa permite observar en el monitor la localización exacta, en el diagrama cartesiano, de cada una de las frecuencias expresadas en el momento de su emisión y siempre acompañadas de la indicación de sus medidas; tanto de frecuencia, en Hz, como de intensidad, en dB.

Actualmente, y en lo que respecta al tiempo invertido en la realización de la fonetometría, siempre y cuando la persona a la cual se realiza la medición disponga de un relativo buen oído, el proceso de la fonetometría tiene, aproximadamente, una duración media aproximada de treinta minutos, incluida la información sobre el funcionamiento de la prueba facilitada previamente al inicio de la medición, aspecto que forma parte del protocolo de la fonetometría (Elgström, 2002: 83).

2. El protocolo para la realización de las fonetometrías

Para que las fonetometrías sean realizadas siempre de una misma manera, y en consecuencia los datos obtenidos en el transcurso de cada una de las mediciones practicadas sean de la máxima fiabilidad posible, es necesario el establecimiento de un protocolo para su realización. Así pues, seguidamente se presenta una propuesta de protocolo para la realización de las fonetometrías que ha considerado los diferentes aspectos que integran lo que se considera como protocolo básico de análisis, y que han sido descritos por Le Huche i Allali (1984:40-41), Sulter et al. (1994:1076-1085), Fernández González (1996:186-191), Gamboa et al. (1996:102-106) y Perelló (1996:226-232).

El protocolo para la realización de las fonetometrías ha sido diseñado después de un largo período de pruebas y práctica de mediciones en el Laboratorio de Fonética Aplicada de la Universitat de Barcelona, entre los años 1999 y 2001, época en la cual han estado llevadas a cabo una gran variedad de mediciones a maestros de música en formación, a maestros y a profesores de música en ejercicio, a estudiantes de canto y a

⁵ Dado que, normalmente, las tarjetas de sonido estándares tienen una entrada "mic" muy ruidosa, es mucho mejor conectar el micrófono a un preamplificador de micros (por ejemplo, una pequeña tabla de mezclas con preamplificador).

cantantes, es decir a aquellas personas que utilizan la voz cantada para llevar a término su tarea.

Posteriormente a la realización de la fase experimental, el protocolo diseñado ha sido aplicado como un instrumento de medición del campo vocal, de una manera definitiva, en la investigación doctoral titulada “*Adequació del camp vocal dels Mestres de Música*” (Elgström, 2005). En la citada investigación ha sido medido, en dos momentos diferentes del curso académico, el campo vocal de cuatro grupos-clase de alumnos de la Diplomatura de *Maestro en Educación Musical* que cursaban una asignatura optativa de formación vocal, medidas que han posibilitado conocer la evolución surgida en el campo vocal de estos estudiantes como consecuencia del trabajo vocal realizado a lo largo de este periodo.

La investigación practicada ha sido realizada durante tres cursos académicos, desde el 2001/2002 hasta el 2003/2004 en el Laboratorio de Fonética Aplicada de la Universitat de Barcelona, siendo la totalidad de los informantes participantes en las mediciones, cerca de un centenar, alumnado que ha cursado la asignatura optativa *Técnica de la voz Cantada* a lo largo de este periodo, todos ellos estudiantes de la Diplomatura de Maestro en Educación Musical de la Facultad de Formación del Profesorado de la Universitat de Barcelona.

2.1. El protocolo

El protocolo diseñado para la realización de las fonetometrías se compone de dos partes, una de ellas relativa a la persona a la cual se le practica la fonetometria, es decir, el denominado protocolo del informante y otra que pertenece a la persona que lleva a término la realización de las mediciones, el protocolo del técnico.

EL PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS FONETOMETRÍAS

a) El protocolo del informante

Postura corporal y tipo respiratorio a adoptar
Ubicación del informante en el laboratorio o sala de medición
Emisión de los sonidos

b) El protocolo del técnico

Primera fase: aspectos técnicos de la medición

Previamente al inicio de las sesiones de medición
Al iniciar cada una de las mediciones individuales

Segunda fase: aspectos a considerar durante las mediciones

2.1.1. El protocolo del informante

La existencia del protocolo del informante se configura especialmente como indispensable, ya que, según Kent y Rosebeck (en Fernández González, 1996) existe una relación directa entre los resultados de esta prueba y las instrucciones previas que, sobre el funcionamiento de la fonetometría, recibe inicialmente la persona explorada. Así pues, al comenzar cada una de las mediciones, y en el preciso momento en el que cada informando se encuentra frente al micrófono en el escenario de la medición -aspecto que permite familiarizar mucho mejor al sujeto analizado con la situación en pro de la obtención de un resultado lo más aproximado posible a la realidad- se realiza una explicación del mecanismo de la prueba y al mismo tiempo se comentan los aspectos relativos a la postura corporal a adoptar durante la medición, al tipo de respiración a utilizar, a la ubicación del informando dentro de la sala de mediciones y, por último, a la manera de emitir los diferentes sonidos que se registrarán.



Imagen número 1

2.1.1.1. Postura corporal y tipo respiratorio a adoptar

En primer lugar, y en lo que respecta a la postura corporal y al tipo respiratorio a utilizar por los informantes durante el transcurso de la medición, se inicia el protocolo comentando a los informantes la postura a adoptar, de pie⁶, y prestando atención a los siguientes aspectos:

- Apoyar el peso del cuerpo por igual en los dos pies.
- Flexionar ligeramente las rodillas, notando el endurecimiento del cuadriceps y el peso del cuerpo apoyado en los pies.
- Alinear las caderas en la misma dirección del tronco.

⁶ A pesar de que para realizar una fonetometría los informantes pueden permanecer de pie, o bien sentados, al elaborar este protocolo, y para facilitar así a los informantes la adquisición de un mejor control de la respiración abdominal, se ha optado por utilizar la posición de de pie.

- Alargar la columna vertebral hasta la primera cervical, sin hacer ninguna curva a nivel del tronco, y hasta llegar a su inserción con el cráneo.
- Mantener los hombros relajados en su posición más baja.
- Utilizar la respiración de tipo abdominal.

2.1.1.2. Ubicación del informante en el laboratorio o sala de medición

En cuanto a los aspectos relativos a la ubicación del informante en el laboratorio, o bien en la sala de medición, es necesario hacerle considerar los siguientes aspectos:

- Mantener la colocación inicial durante la realización de la prueba, la cual –y para que los diferentes informantes no se encuentren cohibidos- expresamente evita la posición cara a cara con la persona que lleva a término el control de las mediciones. No obstante, la posición establecida permite que, en cualquier momento, ambos se puedan ver si es necesario.
- Respetar, en todo momento, una distancia aproximada de treinta centímetros entre la boca y el micrófono, teniendo un especial cuidado de que esta distancia no sea acortada al emitir las frecuencias más agudas.

2.1.1.3. Emisión de los sonidos

En lo que respecta propiamente a la emisión de los sonidos, es necesario informar a los participantes de los siguientes aspectos a considerar una vez comiencen las mediciones y hasta el final de las mismas:

- Escuchar atentamente cada uno de los sonidos que han de ser emitidos por los informantes y que, antes de ser reproducidos, son facilitados por la persona responsable de llevar a cabo el proceso de la medición mediante el teclado que lleva incorporado el programa informático.
- Emitir los sonidos una vez escuchados, pero nunca antes de que finalice la frecuencia facilitada por el técnico que realiza la medición a través del propio programa informático. Este hecho es debido a que, en caso de no existir un mínimo intervalo de pausa entre la nota facilitada al informante y la frecuencia producida por este, el programa informático puede interpretar como parte del campo vocal del informante el propio sonido de la nota producida.
- Emitir los sonidos, una vez escuchados, pero teniendo en cuenta de hacerlo siempre utilizando la vocal “A”.
- No emitir en ningún momento las frecuencias requeridas empleando la llamada voz de *falsete*, debido a que este no es el objetivo de la medición.

- Emitir las diferentes frecuencias a reproducir, en primer lugar, en un grado de intensidad *mezzoforte*. Entonces, y una vez se haya asegurado la nota, aumentar progresivamente la intensidad hasta llegar al punto máximo posible, y después realizar un *diminuendo* de la intensidad hasta obtener la frecuencia requerida al mínimo grado de intensidad posible.
- Emitir los sonidos que cada instrumento vocal puede producir lo más flojo y lo más fuerte posible, pero considerando que en ningún momento se lleve la voz hasta el extremo de su rotura.



Imagen número 2

2.1.2. El protocolo del técnico responsable de llevar a término las fonetometrías

La parte del protocolo que corresponde realizar al técnico, la persona encargada de llevar a cabo las fonetometrías, está dividida en dos partes. La primera fase, previa al inicio de la realización de la medición, consiste en la supervisión de los diferentes aspectos técnicos, mientras que la segunda fase es la que se lleva a cabo paralelamente a la realización de las mediciones.

Respecto a la persona encargada de realizar las fonetometrías, además de conocer el funcionamiento a la perfección de la totalidad de las prestaciones y aplicaciones del programa informático escogido para realizar la medición, es necesario que se trate de una persona especialista en música y que al mismo tiempo posea conocimientos de foniatría. Este aspecto se justifica debido a que, constantemente y a lo largo de todo el proceso de la fonetometría, será necesario valorar aspectos relativos al tipo de emisión presentados por cada uno de los informantes antes de poder darlos por válidos.

2.1.2.1. Primera fase: aspectos técnicos de la medición

En referencia a los aspectos técnicos relativos a los aparatos que se utilizan para realizar las fonetometrías, y que conviene revisar previamente a la realización de las mismas, es necesario que la persona encargada de realizarlas tenga presente, siempre y en cada una de las mediciones que se practiquen, los siguientes aspectos:

2.1.2.1.1. Previamente al inicio de las sesiones de medición del campo vocal

Al iniciar cada una de las sesiones de medición del campo vocal, y antes de que lleguen los diferentes informantes al laboratorio, o bien a la sala para realizar las mediciones, es preciso realizar las siguientes operaciones:

- Comprobar que los niveles, tanto de los altavoces conectados al equipo informático como el de la mesa de mezclas, estén –para cada medición- con sus volúmenes ajustados exactamente iguales.
- Realizar, mediante un sonómetro, la calibración de las intensidades de las frecuencias producidas por el programa informático.
- Llevar a término la calibración del ruido de fondo de la sala -conocido como *background sound*-, igualmente mediante un sonómetro. Este aspecto tiene como finalidad impedir que el programa informático registre sonido alguno que sea emitido por los informantes a una intensidad igual o inferior a las intensidades producidas por los diferentes aparatos instalados en el laboratorio, o bien en la sala donde se lleven a cabo las mediciones (como por ejemplo el ruido del ventilador del ordenador o de los fluorescentes de la sala). Además, en esta calibración también se consideran aquellos sonidos o ruidos que provengan del exterior, en caso de poco aislamiento de la sala en la que se realizan las mediciones.



Imagen número 3



Imagen número 4

2.1.2.1.2. Al inicio de cada una de las mediciones

Al iniciar cada una de las mediciones del campo vocal, una vez cada informante ya se encuentra ubicado delante del micrófono y, informado de la parte del protocolo que le corresponde, es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Adaptar a cada informante el micrófono, adecuándolo según la altura de los diferentes informantes, de tal manera que se encuentre siempre justamente delante de su boca y a una distancia que en línea recta sea de treinta centímetros.



Imagen número 5



Imagen número 6

- Aplazar la práctica de la fonetometría a realizar, en el caso de aquellos informantes que presenten un estado vocal no satisfactorio, emplazándolos a realizar la medición otro día en el que las condiciones vocales sean las habituales.

2.1.2.2. Segunda fase: aspectos a considerar durante la realización de las mediciones

En el momento en el que el informante se encuentra ya situado correctamente frente al micrófono, empieza, propiamente, el que es el proceso de la fonetometría, o lo que es lo mismo, la medición de su campo o gama vocal.

En esta fase, en primer lugar se pide a los informantes emitir de una manera espontánea y natural, y a una intensidad media, la vocal “A”, en un sonido largo y sostenido. Este aspecto es el que permite identificar la frecuencia fundamental laríngea natural de cada informante y, en definitiva, conocer, en cada una de las personas, a partir de que frecuencias es adecuado iniciar la medición del campo vocal.

A partir de este punto, y una vez medida la llamada frecuencia fundamental -Fo.-, comienza propiamente el proceso de medición. Dependiendo de la frecuencia fundamental expresada por el informante es necesario situarse sobre el teclado que lleva incluido el programa informático y hacerla sonar. Una vez el informante haya podido oír suficientemente este sonido, en primer lugar se pide que lo reproduzca (siempre utilizando la vocal “A”) a una intensidad media que una vez emitida será necesario aumentar -pero sin desvincularla del primer sonido- hasta llegar al máximo punto de intensidad que sea posible y después al nivel de intensidad más bajo que sea posible.

Seguidamente, se continúan presentando cada vez nuevos sonidos que van descendiendo cromáticamente, realizando así el mismo proceso en todas las notas hasta llegar a la nota más grave que el informante pueda emitir con un relativo grado de confort. Una vez llegados a este punto, se vuelve al sonido fundamental emitido por cada informante y se comienza a repetir el mismo proceso, pero entonces ascendiendo cromáticamente hacia las frecuencias más agudas que cada informante es capaz de reproducir.

Además, durante la realización de las diferentes mediciones practicadas, la persona encargada de llevarlas a término debe procurar que, en todo momento, se consideren y respeten los siguientes aspectos:

- Mantener el estado de silencio absoluto en el laboratorio, o bien en la sala donde se lleva a cabo la medición, evitando así que cualquier sonido o ruido producido -por pequeño que sea- pueda interferirse en cualquiera de las mediciones practicadas y quedara grabado en el campo vocal de la persona analizada, siendo confundido por un sonido emitido por el informante.
- Observar que, en la emisión de la totalidad de los sonidos producidos por el informante a lo largo del proceso de la medición, la distancia mantenida entre la boca y el micrófono sea la exacta -treinta centímetros- para obtener un correcto funcionamiento del programa informático utilizado. En este aspecto, es importante tener un especial cuidado en la emisión de los sonidos agudos de cada uno de los informantes, así como también en la emisión de los sonidos de una intensidad elevada, ya que tanto en producir los unos como los otros existe una cierta tendencia a reducir la distancia existente entre la boca y el micrófono.
- Evitar que, en algún momento del proceso, los informantes puedan observar el monitor en el que se registran los resultados de las fonetometrías, especialmente en el caso de una segunda prueba, debido a que quizás ya conocen las características del campo vocal que han sido registradas en la primera medición. De esta manera se evita que los informantes se desanimen al ver que los resultados que se están produciendo no son, quizás, los deseados, y, en consecuencia, que fuercen la voz con la finalidad de obtener más campo vocal.
- Observar que en la emisión de los sonidos emitidos por los informantes no se utilicen otras vocales diferentes a la “A” o se empleen, sin darse cuenta, los nombres de las notas musicales.
- Procurar que los informantes no emitan ninguna de las frecuencias requeridas en cada momento, utilizando la llamada voz de *falsete*. De darse el caso de que alguno de los informantes emitiera algún sonido de esta manera, será necesario proceder a borrar aquellas frecuencias emitidas, utilizando así las diferentes prestaciones que ofrece el programa informático utilizado y, posteriormente, a hacer repetir al informante dichos sonidos.
- Evitar, en la medida de lo posible, la presencia en el interior del laboratorio, o sala en la que se practique la medición del campo vocal, de otras personas durante el

transcurso del proceso, eliminando así la posibilidad que la presencia de otras personas incomoden al informante al cual se le está aplicando la fonetometría.



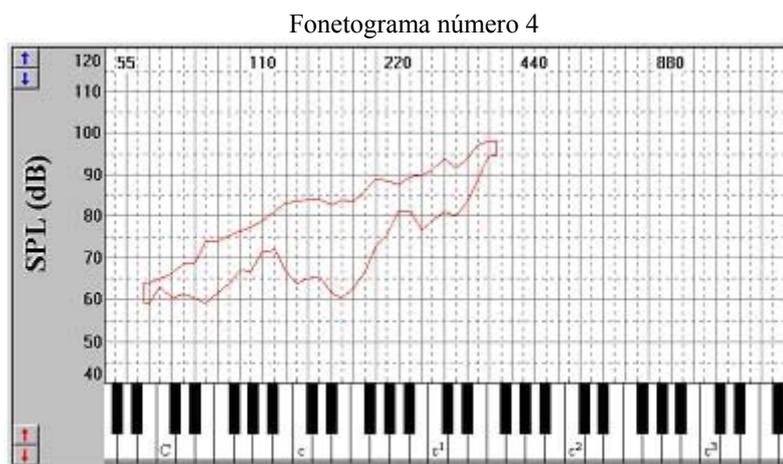
Imagen número 7

3. Aplicaciones de la fonetometría

La fonetometría, como técnica de medición, se consolida como uno de los principales instrumentos objetivos de auténtica evaluación de la voz, rápido y fiable, que sustituye a los sistemas subjetivos, a menudo utilizados para analizar, medir parámetros o clasificar las voces humanas. En lo que respecta a los principales aspectos de la voz que este instrumento nos permite conocer al aplicarse, destacan, siguiendo a Elgström (2002: 84-85), los cinco aspectos siguientes:

- Conocer con precisión el campo vocal o gama vocal de una persona en un momento determinado, entendiendo por éste tanto la totalidad de las frecuencias como el nivel de intensidad de las mismas.
- Valorar objetivamente la evolución del campo vocal de una persona, tanto sea a nivel de frecuencias como de intensidades, al comparar los resultados de una fonetometría efectuada inicialmente con la realizada posteriormente; y considerar, de darse el caso, el papel que ha ejercido el trabajo vocal realizado en el aumento del campo vocal.
- Conocer las posibilidades y las limitaciones vocales de una determinada voz a partir del fonetograma o mapa vocal obtenido y respecto a las características de un determinado repertorio vocal.

- Establecer la tesitura que más se adapta a un determinado campo vocal en función a la zona de más amplitud en la emisión de intensidades.
- Apreciar las notas de paso entre los diferentes registros de la voz⁷, representadas a nivel gráfico por una muesca⁸ o estrechamiento del nivel de la intensidad de las curvas o perfiles vocales (ver fonetograma número 4).



Así pues, y debido a las informaciones relativas a la voz que este instrumento nos permite obtener, se puede afirmar que la fonetometría es un instrumento con aplicaciones en diferentes campos, que se comentan seguidamente, y que han sido divididas en dos grupos diferenciados: el campo de la música y de su docencia y otros campos como son la evaluación y el diagnóstico de la voz y la voz hablada profesional.

3.1. Aplicaciones musicales del instrumento

En cuanto a las aplicaciones de la fonetometría relacionadas directamente con el mundo de la música y de su enseñanza, se pueden diferenciar tres colectivos como potenciales usuarios de las prestaciones que ofrecen el instrumento: directores y cantores de agrupaciones corales, estudiantes de canto y cantantes profesionales, y maestros y profesores de música.

⁷ Registro vocal: Sucesión homogénea de sonidos, que van desde el más grave al más agudo en la extensión de una voz, y que son producidos mediante un mismo proceso mecánico. En la voz cantada se habla de tres registros diferentes: el de pecho para las notas graves, el medio o mixto para las notas medias y el de cabeza para las notas agudas (Cobeta, 1996). Los puntos de transición de un registro a otro son llamados como notas de paso. En la voz humana pueden existir dos tipos de notas de paso: el punto de paso inferior, entre la voz de pecho y la voz mediana o mixta, y el punto de paso superior, entre la voz mixta y la voz de cabeza.

⁸ En el caso de las voces cultivadas estas muescas prácticamente no se aprecian, en cambio en las voces sin cultivar se pueden apreciar claramente uno o dos estrechamientos que corresponden a las notas de paso entre los diferentes registros de la voz (Le Huche i Allali, 1984).

3.1.1. Directores y cantores de agrupaciones corales

En el caso de los directores de agrupaciones corales el uso del fonetograma permite determinar con precisión la adscripción de los cantores a una determinada cuerda de las que componen el conjunto vocal. Por lo que respecta a los cantores de las mismas entidades, la utilización del fonetograma –y dada la transparencia de la gráfica en la que se expresan los resultados- sirve para conocer, en un momento determinado, la situación de su campo vocal. Al mismo tiempo, en el caso de aquellos cantores que presentan un campo vocal reducido, les permite observar los aspectos del mismo a modificar mediante un trabajo apropiado que, además de ampliar el campo vocal, les permitirá acoplarse mejor a su tesitura vocal y, en definitiva, disfrutar más intensamente de la práctica del canto coral.

3.1.2. Formación vocal de cantantes

En el caso de los estudiantes de canto, este instrumento se configura como una herramienta básica de aprendizaje que les aporta, tanto a ellos como a sus respectivos maestros -las personas responsables de su formación vocal-, una valoración objetiva encaminada a conocer el estado y la evolución que ha experimentado su instrumento, y al mismo tiempo a evaluar los resultados conseguidos mediante un determinado tipo de trabajo vocal. Al mismo tiempo, el maestro de canto al utilizar los fonetogramas dispone de una referencia más, además de la que le proporciona su propio oído, para guiar con éxito el trabajo vocal que a partir de un momento determinado, y en función a la situación vocal reflejada en la medición objetiva, será necesario desarrollar.

De la misma manera, en el caso de los cantantes profesionales, la fonetometría les permite conocer la evolución que sigue su voz en el transcurso de su carrera profesional, y, según los resultados de los diferentes parámetros que la fonetometría recoge, determinar la elección de un determinado repertorio vocal.

3.1.3. Formación de maestros y profesores de música

En el caso de los maestros de música de primaria, profesores de música de secundaria y de los profesores de escuelas de música y conservatorios, personas que utilizan la voz como un instrumento de intervención didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la música; todos ellos, independientemente de la especialidad de la música que impartan, esta prueba les permite conocer las características de su campo vocal y al mismo tiempo comprobar la adecuación del mismo respecto a su alumnado, en función a las características de los diferentes tipos de actividades que han de llevar término en cada caso en concreto.

3.2. Otras aplicaciones de la fonetometría

Respecto a los demás campos profesionales en los que también tienen cabida las aplicaciones de la fonetometría, puede destacarse principalmente el de la evaluación y diagnóstico de la voz y el de la voz hablada profesional. En cuanto a la evaluación de la voz, se puede decir que la fonetometría permite a otorrinolaringólogos y foniatras determinar el campo vocal de una persona, evaluar la función vocal y, conjuntamente con otros instrumentos de medición, conocer y determinar la presencia de patologías, aspecto por el cual la fonetometría es considerada como un instrumento complementario en la realización de un diagnóstico.

En la voz hablada profesional, es decir en el caso de todos aquellos oficios en los cuales la voz constituye la herramienta básica de trabajo: maestros, profesores, actores, locutores, presentadores, oradores..., la aplicación de la fonetometría les posibilita observar la localización exacta de su tesitura habitual, es decir, la zona más rica en intensidades de su extensión tonal. Al mismo tiempo, los resultados de la fonetometría también les permiten saber si es necesario trabajar especialmente alguna zona del campo vocal de cara a ganar más frecuencias, o bien en intensidades de las mismas, aspecto que, en definitiva, les posibilitará disponer de un discurso más rico en modulaciones, disminuyendo así el grado de fatiga de sus voces.

Referencias bibliográficas

- COBETA, I. (1996): “La voz cantada”, en García-Tapia, R. y Cobeta, I. (eds.): *Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz* (357-365). Madrid: Garsi.
- ELGSTRÖM, E. (2002): “El fonetograma como instrumento objetivo de análisis y evaluación de la voz. Principales aplicaciones en el campo de la música y de su enseñanza” en *Eufonía. Didáctica de la Música*, 24, 80-88.
- ELGSTRÖM, E. (2005): *Adequació del camp vocal dels mestres de música*. Tesis Doctoral: Departamento de Didàctica de l’Expressió Musical i Corporal de la Universitat de Barcelona.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, S. (1996): “Unidad básica de valoración acústica” en García-Tapia, R. y Cobeta, I. (eds.): *Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz* (186-191). Madrid: Garsi.
- GAMBOA, J., MARTÍN, C. y DEL PALACIO, A. (1996): “Fonetograma”, en García-Tapia, R. i Cobeta, I. (eds.): *Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz* (102-106). Madrid: Editorial Garsi.
- LE HUCHE, F. y ALLALI, A. (1984): *La voix (Anatomie et physiologie –Pathologie-Thérapeutique): Pathologie vocale. Sémiologie; Dysphonies dysfonctionnelles* (volumen 2). París: Masson. Trad. esp. (1994): *La voz (Anatomía y fisiología – Patología- Terapéutica): Patología vocal: Semiología y disfonías disfuncionales* (volumen 2). Barcelona: Masson (Traducción de la segunda edición de 1991).
- PERELLÓ, J. (1996): *Evaluación de la voz, lenguaje y audición*. Barcelona: Lebón.
- REGIDOR, R. (1977): *Temas del canto. La clasificación de la voz*. Madrid: Real Musical.
- SULTER, A. M., WIT, H.P., SCHUTTE, H.K. y MILLER, D.G. (1994): “A Structured Approach to Voice Range Profile (Phonetogram) Analysis” en *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 1076-1085.