



Artículo de divulgación científica en el área vocal

Fonoaudiólogo Marco Guzmán N.

Académico Unidad de Voz

Escuela de Fonoaudiología, Universidad de Chile.

Residente en Lakeshore Professional Voice Center y Wayne State University, USA.

Métodos de Exploración de la Voz

Los métodos para explorar la laringe y la voz se pueden dividir dos grandes grupos:
Exploración endoscópica y Exploración funcional.

En los métodos de exploración endoscópica se encuentran:

Laringoscopia indirecta

Nasofibrolaringoscopia (fibra flexible)

Telelaringoscopia rígida

Laringoscopia directa

En los métodos de exploración funcional se encuentran

Estroboscopia

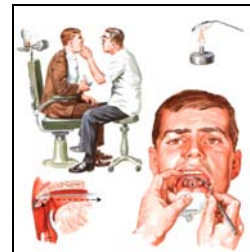
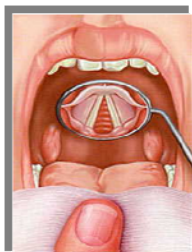
Electroglotografía

Análisis acústico de la voz o laboratorio de la voz

MÉTODOS DE EXPLORACIÓN ENDOSCÓPICA

1) LARINGOSCOPIA INDIRECTA CON ESPEJO LARÍNGEO

Se utiliza un pequeño espejo el cual es introducido por vía oral hasta el fondo de la orofaringe. La fuente de luz externa (espejo frontal o luz frontal) es dirigida hacia la superficie reflectora del espejo laríngeo situado en la orofaringe y éste a su vez proyecta la luz reflejada en las cuerdas vocales. Todo este procedimiento debe realizarse con anteriorización manual de lengua por parte del examinador.



Ventajas

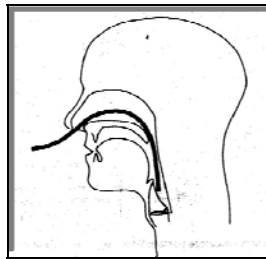
- Exploración rápida
- Exploración cómoda para el paciente
- Exploración económica

Desventajas

- No es siempre tolerada por paciente por aumento del reflejo nauseoso
- Dificultad en determinadas condiciones anatómicas
- No se realiza en posición de fonación (con la lengua exteriorizada no se puede hablar ni cantar)
- No se puede gravar imagen para posterior análisis
- Sólo permite observar parte de la laringe y no otras estructuras de las vías respiratorias
- Método básico e insuficiente para detectar muchas de las patologías laríngeas

2) FIBROLARINGOSCOPIA

El instrumento utilizado para la realización de este examen se denomina fibrolaringoscopio flexible, el cual es una "cable" compuesto por dos ases de fibras ópticas. La introducción del fibroscopio es por vía nasal y se utiliza anestesia tópica en la mayoría de los casos (examen realizado por un ORL)



Ventajas

- Mayor tolerancia. No provoca reflejo nauseoso ya que no es introducido por vía oral
- Permite la exploración de fosas nasales, rinofaringe, velo del paladar, tracto vocal y laringe
- Explora todas las funciones laríngeas (Fonación, respiración y protección)
- Es útil para una buena valoración de los trastornos funcionales de la voz
- Exploración en condiciones fisiológicas (el paciente puede hablar o cantar durante la realización del examen)
- Diagnostica la mayoría de las alteraciones de forma

Desventajas

- Poder de magnificación (aumento de la imagen) reducido
- Iluminación reducida
- Definición de imagen pobre comparada con otros métodos más avanzados

3) TELELARINGOSCOPIA

La telarlaringoscopia se realiza con un telescopio rígido (no flexible como la fibroscopia) con luz estroboscópica o continua, siendo la más utilizada la primera. La introducción de la óptica rígida se realiza por vía oral y con extracción lingual (como en la laringoscopia indirecta con espejo). Se utiliza anestesia tópica en casos en que el paciente presenta un marcado reflejo nauseoso (Examen realizado por un ORL).



Ventajas

- Excelentes imágenes aumentadas
- Posibilidad de registro en video y/o fotografía para posterior análisis y revisión
- Permite ver y diagnosticar con exactitud el tipo y tamaño de la lesión en las cuerdas vocales.

Desventajas

- Puede haber poca tolerancia, reflejo nauseoso (con anestesia local se suele solucionar)
- Se realiza en posición no fisiológica (el paciente no puede hablar o cantar en forma normal)
- No permite explorar todas las funciones de la laringe. Solo se puede examinar la función fonatoria (producción de voz)

Como se señaló anteriormente, este examen (telarlaringoscopia) se realiza con luz estroboscópica en la gran mayoría de los casos. A través del uso de esta luz se puede examinar el comportamiento dinámico de las cuerdas vocales. La luz estroboscópica crea una ilusión óptica de movimiento enlentecido (cámara lenta) de la vibración de las cuerdas vocales, teniendo como base las características perceptivas fisiológicas del ojo humano. La telarlaringoscopia con luz estroboscópica es también llamada estroboscopia o laringoestroboscopia.

El equipamiento de este método de exploración (luz estroboscópica) consta de lo siguiente:

Micrófono de contacto

- Capta la vibración vocal y la lleva a la unidad electrónica central
- señal acústica en señal eléctrica

Unidad electrónica central

- Emisora de la luz intermitente

Pedal de control

- Regula el estroboscopio
- Tres posiciones
- Luz continua (Exploración)
- Luz estroboscópica desincronizada (imagen en cámara lenta)
- Luz estroboscópica sincronizada (imagen detenida)

El resto del equipamiento utilizado fue mostrado en la explicación del examen (óptica rígida entre otros)



Estudio Estroboscópico del examen

Durante la realización del examen y también en forma posterior (recordar que este examen permite la grabación de la imagen) se realiza la valoración de varios parámetros:



Frecuencia Fundamental

- Se observa la frecuencia fundamental en la pantalla. La unidad de medida es el Hz. o ciclos por segundo.
- Se realiza en Registro medio, Intensidad conversacional, valoración de frecuencias altas y bajas, valoración en registro de falsete y pecho, etc.

Cierre Glótico

- Se observa si el cierre glótico es completo, incompleto, intermitente, permanente
- Si presenta abertura posterior, posterior y anterior, Irregular, Fusiforme, longitudinal, en reloj de arena etc.

Amplitud del movimiento de las cuerdas vocales

- Grado de desplazamiento lateral de borde interno de cuerdas vocales con respecto a la línea media de la glotis.
- Se realiza la valoración independiente de cada cuerda vocal

Ondulación de la Mucosa

- Se realiza la valoración de las ondulaciones de la cubierta de las cuerdas vocales.
- Se observa la extensión de la onda mucosa
- El grado de ondulación depende principalmente de la rigidez de las cuerdas vocales.
- Se valora en forma Independiente cada cuerda vocal
- La ondulación de la mucosa puede estar ausente, disminuida, normal o aumentada

Regularidad de las vibraciones

- Se refiere al grado en que los ciclos vibratorios se asemejan entre si
- Existencia de uniformidad de la amplitud o del tiempo del ciclo
- Si las vibraciones son regulares, se debiera observar una imagen estática de las cuerdas vocales mientras se utiliza la luz estroboscópica sincronizada con la frecuencia de vibración de las cuerdas vocales

Asimetría de fase

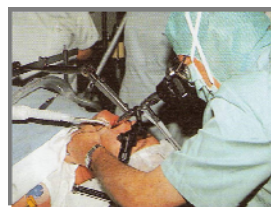
- La simetría de fase es la sincronía en la unión de ambas cuerdas vocales en la línea media y punto de máxima amplitud. Si existe una simetría de fase, se observa una coordinación de ambas cuerdas vocales para la formación de una imagen en espejo
- En caso de existir asimetría se debe valorar si esta es constante o intermitente

Bandas Ventriculares

- Se valora la participación, movimiento o intervención de las bandas ventriculares o falsas cuerdas vocales durante la fonación.

4) LARINGOSCOPIA DIRECTA

Otro procedimiento para explorar la laringe es la laringoscopia directa. A través de este método se realiza una observación directa de la laringe. Para llevar a cabo esto se requiere anestesia general y el paciente debe estar en la sala de operaciones. Se utiliza un laringoscopio y un microscopio quirúrgico. Este procedimiento es el utilizado para realizar las microcirugías laríngeas o tomas de muestra del tejido de las cuerdas vocales generalmente para biopsia (examen realizado por un ORL).



MÉTODOS DE EXPLORACIÓN FUNCIONAL

1) ELECTROGLOTOGRAFÍA

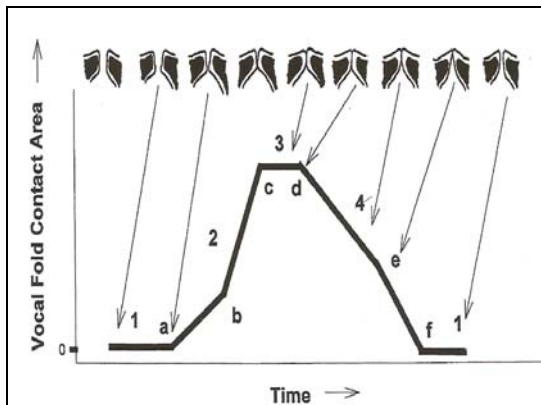
La electroglotografía es un método no invasivo que permite obtener información sobre los movimientos vibratorios de las cuerdas vocales. El término electroglotografía hace referencia a un dispositivo que permite visualizar los movimientos de los pliegues vocales mediante una pequeña corriente eléctrica que pasa a través del cuello, a nivel de la laringe, utilizando dos electrodos de sobre la superficie del cuello. Para realizar este estudio es necesario colocar un par de electrodos sobre la superficie del cartílago tiroideos, a la altura de los pliegues vocales. Un débil voltaje de alta frecuencia es aplicado a un electrodo y el otro electrodo recoge la corriente eléctrica que pasa a través de la laringe. La impedancia eléctrica varía con la apertura y cierre de la glotis, lo que se traduce en una variación de la corriente eléctrica en fase con la fase vibratoria de los pliegues vocales. Se obtiene una señal a la que se llama lectroglotograma y la representación gráfica es llamada laringograma. La onda del ciclo glotal se llama EGG.



Análisis de los parámetros cualitativos de la Electroglotografía:

Regularidad de frecuencia y amplitud
 Estudio de fases del ciclo glotal (abierto, en cierre, cerrado y en apertura)
 Existencia de doble pico en el trazado
 Oscilaciones en la región del pico de cierre

Esquema de ideal de un ciclo de electroglotografía



1 = Mínimo contacto entre las cuerdas vocales (ccvv)
 a = Área de contacto comienza a aumentar rápidamente, inicio de la fase de cierre, contacto margen inf.
 a-b = prosigue la aproximación del margen inferior
 b = margen superior hace contacto
 b-c = Se alcanza el cierre glótico
 c = pto. De máximo contacto de ccvv. Termina la fase de cierre
 c-d = Máxima área de contacto. La glotis es mínima
 d = Inicio de la fase de apertura
 d-e = Prosigue la separación gradual del margen inf. de las ccvv
 e = separación completa del margen inf. Inicio de la separación del margen sup
 E-f = espacio glótico aumenta
 f = pto. De mínimo contacto, glotis máxima.
 f-a = Pico de alejamiento entre las ccvv.

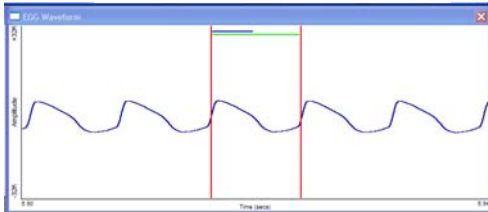
Parámetros Cuantitativos de la electroglotografía

Los parámetros cuantitativos más utilizados son:

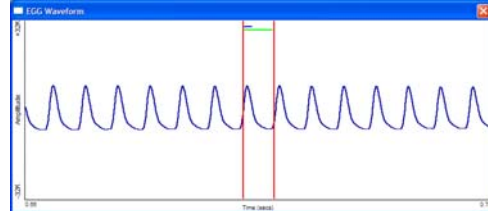
Promedio de frecuencia fundamental, frecuencia fundamental máxima, frecuencia fundamental mínima, desviación estándar de la frecuencia fundamental, Jitter, Shimmer, temblor, cociente de contacto, índice de contacto, cociente de apertura.

Ejemplos de Ondas de electroglotografía

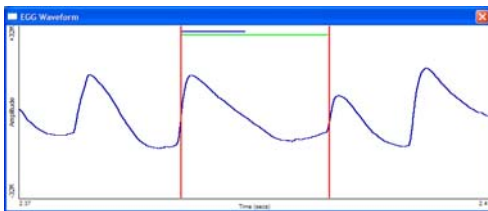
Onda Normal en registro modal



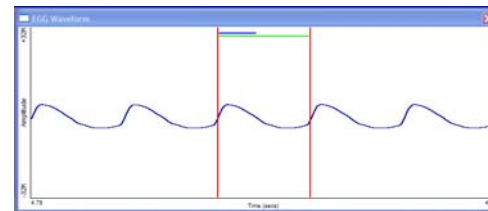
Onda normal en registro de falsete
(fase abierta más larga que la fase cerrada)



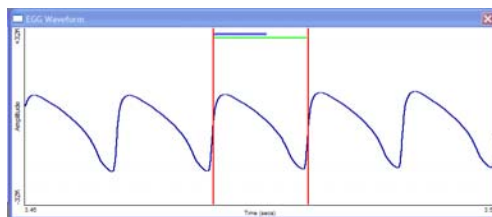
Onda Normal en registro vocal Frv



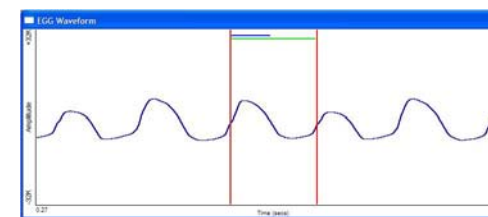
Onda de paciente con disfonía
(prolongación de la fase abierta del ciclo), voz Breathy.



Onda de paciente con voz apretada (pressed).
Prolongación de la fase cerrada.



Onda irregular



2) ANALISIS ACÚSTICO DE LA VOZ O LABORATORIO DE LA VOZ

El laboratorio de voz es una forma de analizar y estudiar en forma objetiva de la voz de una apersona. El hecho de que sea objetivo permite eliminar la subjetividad de la evaluación realizada con el oído del evaluador. El análisis acústico de la voz es un estudio no invasivo y consiste en grabar la voz de la persona a través de un micrófono. Se le pide al paciente que emita diferentes tipos de vocalizaciones o emisiones. Estas señales acústicas ingresan a un software el cual capaz de extraer las dimensiones físicas de una onda sonora, analizarlas en forma cuantitativa y cualitativa, y finalmente entregar como resultado gráficos y parámetros numéricos que deben ser interpretados por el evaluador.

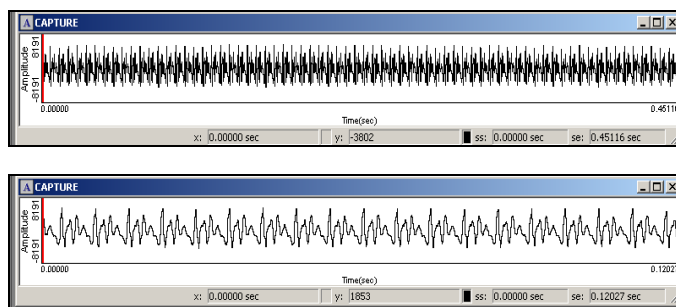


Algunos tipos de análisis con el laboratorio de voz

- a) Oscilograma
- b) Espectrografía
- c) Spectrum FFT
- d) Spectrum LPC
- e) Análisis de índices foneticoacústicos
- f) Fonetograma
- g) Histograma

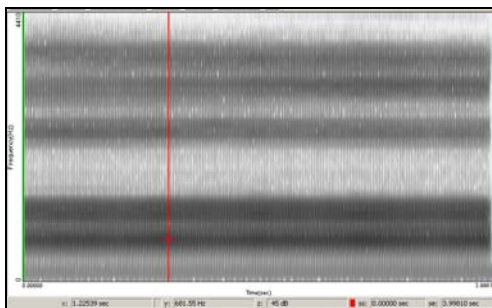
Ejemplos de algunos oscilogramas

Oscilogramas de voz normal (onda periódica compuesta). Ambas ondas son las mismas, pero la segunda está más descomprimida para una mejor visualización.

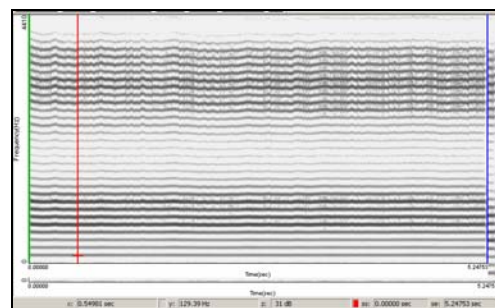


Ejemplos de espectrograma

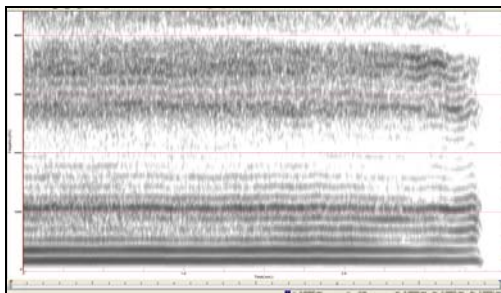
Espectrograma vocal /a/ voz normal con filtro de banda ancha (Buena definición para los formantes y ciclos)



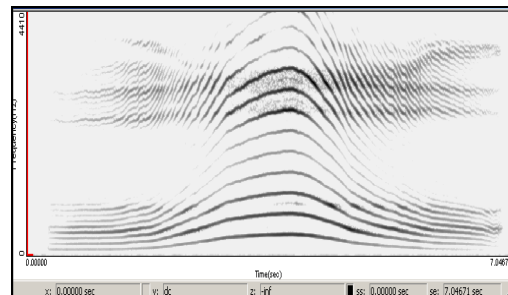
Espectrograma vocal /a/ voz normal con filtro de banda estrecha (Buena definición para los armónicos o sobretonos)



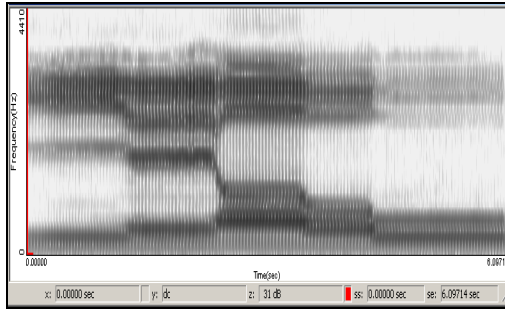
Espectrograma voz disfónica con escape de aire (ruido interarmónicos). Perdida de los armónicos de altas frecuencias y pérdida de energía en los armónicos.



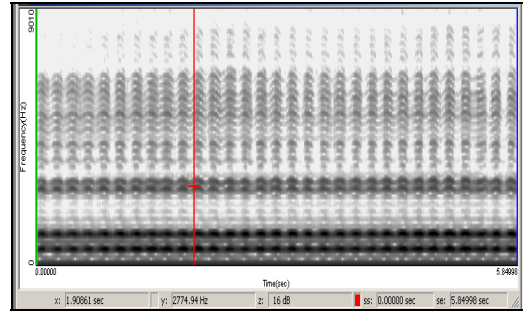
Espectrograma de un glisando (filtro banda estrecha). A medida que aumenta la frecuencia fundamental en el glisando, la distancia interarmónica es mayor.



Espectrograma secuencia vocálica /i, e, a, o, u/ (Banda ancha). Gran variación de los formantes 1º y 2º a medida que se modifica el tracto vocal cambiando el molde vocálico. Vocal /i/, F1 en frecuencias bajas y F2 en frecuencias altas. Vocal /a/, F1 y F2 muy cercanos en frecuencias medias. Vocal /u/, F1 y F2 muy cercanos



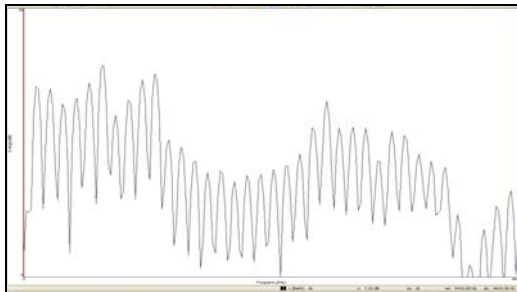
Espectrograma vocal /a/ cantada con vibrato. Se pueden ver las oscilaciones del vibrato en cada armónico y además se observa claramente el “formante del cantante” cercano a los 3000 Hz.



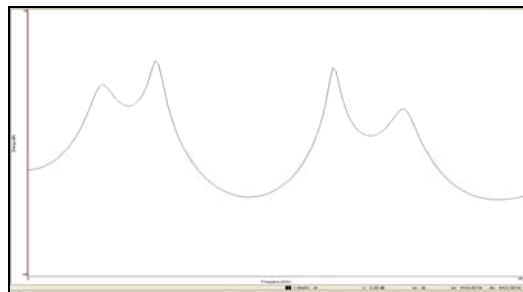
Ejemplos de Espectro FFT (transformada rápida de Fourier) y LPC (Codificación de predicción lineal)

La FFT Muestra la amplitud relativa de los armónicos, reflejando la combinación del espectro de la fuente, la función de transferencia y las características de radiación. La FFT no es precisa para determinar la frecuencia de los formantes ya que en ocasiones el centro de frecuencia de estos no coincide con los armónicos. La LPC muestra una envolvente del espectro y por lo tanto la identificación de los formantes es fácil. No se pueden ver los armónicos.

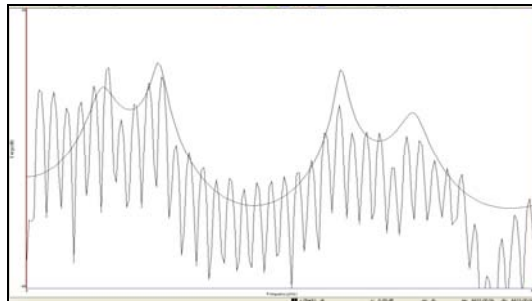
FFT de la vocal /a/.



LPC de vocal /a/.

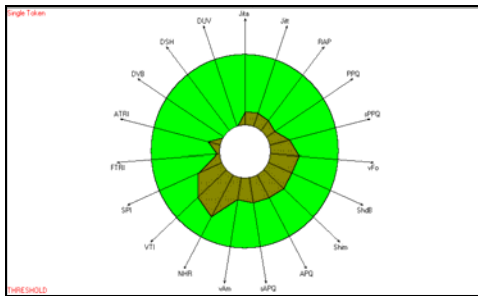


FFT y LPC de la vocal /a/.

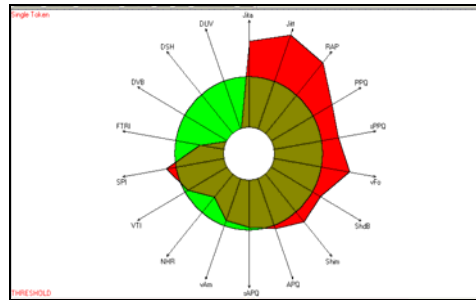


Ejemplos de gráficos de índices foneticoacústicos

Voz normal (Todos los índices están en verde, dentro de rangos normales)



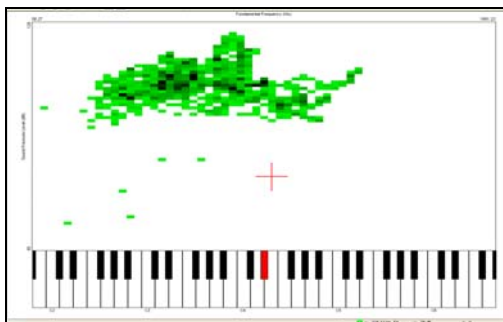
Voz alterada. Paciente con nódulos de cuerdas vocales. Se ven índices en rojo (fuera del rango de normalidad) Por ejemplo se observa que los índices jitter (Jitt) y shimmer (Shim), perturbación de la frecuencia y de la amplitud respectivamente, están fuera de rangos normales.



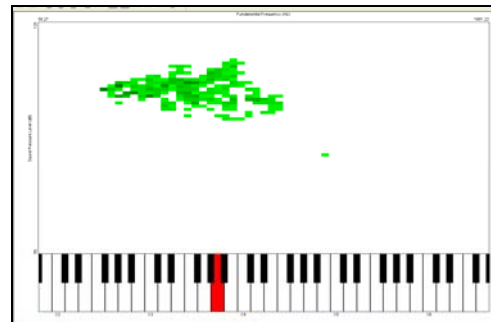
Ejemplos de fonetogramas

El fonetograma es una representación grafica de los rangos de frecuencia e intensidad de una voz, rango vocal y rango dinámico respectivamente. Mediante la grabación se le pide al paciente que emita cada nota de la extensión tonal a la mínima y máxima intensidad que sea capaz de hacerlo. Esto dará un área denominada campo vocal. El fonetograma es muy útil para registrar el estado pre y post tratamiento fonoaudiológico, médico o quirúrgico, de esta forma se pueden observar en forma grafica los avances del tratamiento a través de los parámetros ya mencionados: Rango vocal, rango dinámico y campo vocal.

Fonetograma voz normal



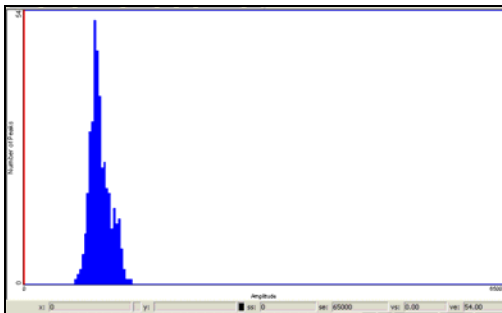
Fonetograma voz patológica. Campo vocal disminuido (disminución del rango dinámico y rango vocal)



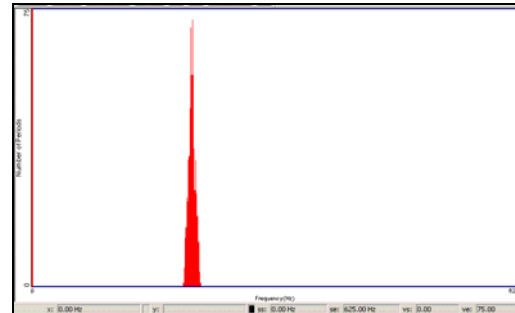
Ejemplos de Histograma

El histograma es un grafico que muestra el número de veces que se repite cada valor de frecuencia fundamental (F0) y cada valor de intensidad durante la emisión de la voz. Dicho de otra forma, el histograma muestra los tonos fundamentales y las intensidades que más utiliza el paciente durante la emisión de voz. Para obtener la F0 y la intensidad más utilizada por un paciente, se le pide que diga alguna frase o hable en forma normal (habla espontánea), esta señal se grafica posteriormente en los histogramas ya mencionados. El histograma es la forma objetiva más confiable para obtener el "Tono medio hablado" de una persona.

Histograma de Intensidad o amplitud (la barra más larga es la intensidad más utilizada por el paciente)



Histograma de Frecuencia (la barra más larga es la F0 más utilizada por el paciente)



Fonoaudiólogo

Marco Guzmán N.

www.vozprofesional.cl