# Actividades 18, 19, 20, 21 y 22: Esto me suena…

## Presentación

Usaremos el micrófono del Labdisc para revisar varias características interesantes de los sonidos. Algunas te resultarán conocidas o previsibles, otras tal vez no.

También veremos algunas herramientas avanzadas que se utilizan para revisar sonidos complejos.

## Materiales

* Labdisc Gensci
* Computadora, Tablet o celular cargado con el software Globilab
* Un teclado y/o una flauta dulce u otro instrumento musical.
* Un teléfono con Andoid o iPhone.

## Preparación

* Encendé tu Labdisc.
* Girá la guarda celeste y asegúrate de que el micrófono quede descubierto.
* Arrancá el Globilab.
* Conectá el Labdisc a tu PC y configurá el software Globilab  para que solamente quede activo el micrófono y que éste tome 25.000 (veinticinco mil) muestras por segundo. Más adelante revisaremos al cabo de cuántas muestras debería detenerse automáticamente. Pedí que muestre un gráfico cartesiano de Voltaje tomado del micrófono vs tiempo .
* Ubicá la página: <http://www.labdisc.com.ar/Biblioteca/xgeneradordetonos.php> en el celular y jugá un poco con el generador de tonos para familiarizarte con su funcionamiento.

### Soporte en video

Tanto la introducción como todos los pasos y análisis descriptos en las actividades siguientes están contenidos en el video:

<http://www.labdisc.com.ar/videos/0550>

Dentro de cada actividad haremos referencia a la sección de este video que resulta pertinente.

## Actividad 18: Ondas que se repiten, períodos y frecuencias

### Preparación

* Manteniendo la configuración indicada en la introducción: instruí al Labdisc a través del Globilab  para que se detenga automáticamente al cabo de 100 muestras.
* Configurá al generador de tonos para que entregue una onda senoidal de 1.000 Hertz por el canal izquierdo y nada al derecho.
* Ajustá el volumen del celular al máximo.
* Enfrentá el parlante del celular al micrófono del Labdisc.

### Desarrollo

* Encendé el generador de tonos con el botón ON-Actualizar 
* Arrancá la grabación directamente desde el Globilab 
* La grabación durará una fracción de segundo.
* Apagá el generador de tonos con el botón OFF 
* Observá atentamente lo que se presenta en pantalla. Verás cómo evolucionó en el tiempo la presión propagada por la onda sonora.

Esta presión debería estar expresada en micro o mili Pascales, pero solamente algunos micrófonos con una calibración especial son capaces de entregar estas medidas. Por esto aquí veremos y analizaremos la señal eléctrica que el micrófono entrega al Labdisc, sabiendo que es proporcional de alguna manera a estas presiones, pero sin conocer el factor específico de conversión)

* Fijate si observás alguna regularidad, si sería posible representar todo el fenómeno como la mera repetición de un tramo más cortito que se repite una y otra vez. Si lo hace, decimos que se trata de un fenómeno PERIODICO.
* Usá los marcadores  para señalar el inicio y final de un tal tramo.
* Usando la información que se presenta en pantalla, tratá de determinar cuánto tiempo dura cada tramo. A este tiempo lo llamamos PERIODO.
* Calculá cuántos períodos (y por lo tanto cuántos tramos) caben en un segundo. A esta cantidad la llamamos FRECUENCIA y la expresamos en ciclos por segundo, Hertz o Hercios o sus múltiplos y submúltiplos (generalmente kilo, mega, tera y mili).
* Guardá un archivo con estos datos para volverlos a usar más adelante.



* Podrás ver un registro de esta actividad en <http://www.labdisc.com.ar/videos/0551>

## Actividad 19: Amplitudes. Lo más grande que hay…

### Preparación

* Conservá la configuración que usaste en la actividad anterior.

### Desarrollo

* Abrí el archivo con las mediciones que hiciste en la actividad anterior.
* Desplazá los marcadores hasta encontrar el valor más alto y el valor más bajo de un período de la señal.
* Calculá cuánto hay desde la parte más alta hasta la más baja. A esta diferencia la llamamos AMPLITUD DE PICO A PICO.
* Si la señal es simétrica respecto a un eje horizontal, se puede indicar qué tan grande es con la distancia que hay de este eje a un pico. Llamamos a este valor AMPLITUD PICO. Si la onda no fuera simétrica no podríamos usar este valor para tipificarla.
* Ahora configurá al generador de tonos para que entregue una onda senoidal de 1.000 Hertz tanto por el canal izquierdo como por el derecho.
* Encendé el generador de tonos con el botón ON-Actualizar  El tono debería tener más volumen ahora que en la actividad anterior.
* Arrancá la grabación directamente desde el Globilab 
* La grabación durará una fracción de segundo.
* Apagá el generador de tonos con el botón OFF .
* Observá atentamente lo que se presenta en pantalla. Fijate si notás alguna diferencia con lo que obtuviste en la actividad anterior.
* Usando los cursores, determina cuál fue el período, cuál la frecuencia y cuál la amplitud de pico a pico.
* Para hacer más fácil la comparación, usá el botón de “agregar un registro anterior”
* Fijate que las escalas automáticas (como las que usan Globilab y muchos otros programas para analizar mediciones) son muy prácticas pero pueden conducir a errores si no se las observa con atención.
* Podrás ver un registro de esta actividad en <http://www.labdisc.com.ar/videos/0552>

## Actividad 20: Las ondas se mezclan: otras frecuencias y otras amplitudes

### Preparación

* Conservá la configuración que usaste en la actividad anterior.

### Desarrollo

* Configurá al generador de tonos para que entregue una onda senoidal de 500 Hertz por el canal izquierdo y nada por el derecho.
* Encendé el generador de tonos con el botón ON-Actualizar 
* Arrancá la grabación directamente desde el Globilab 
* La grabación durará una fracción de segundo.
* Apagá el generador de tonos con el botón OFF 
* Observá atentamente lo que se presenta en pantalla. Fijate si notás alguna diferencia con lo que obtuviste en la actividad anterior.
* Usando los cursores, determina cuál fue el período, cuál la frecuencia y cuál la amplitud de pico a pico.
* Agregá el registro que habías guardado cuando mediste el tono de 1.000 Hertz, usando el botón de “agregar un registro anterior”.
* Usá el control deslizante de punto de inserción para hacer coincidir el inicio de uno de los ciclos que acabás de grabar con uno de los ciclos que guardaste anteriormente.
* Observá en qué se parecen y en qué difieren las señales registradas de 1.000 Hz y de 500 Hz. Anotá sus características de amplitud y período.
* Ahora reajustá el generador de tonos para que entregue simultáneamente las 2 ondas senoidales: 1000 Hertz por el canal izquierdo y 500 Hertz por el canal derecho.
* Arrancá la grabación directamente desde el Globilab 
* La grabación durará una fracción de segundo.
* Apagá el generador de tonos con el botón OFF 
* Observá con atención lo que ves en pantalla. La forma ya no será tan simple.
* Fijate si sigue existiendo alguna regularidad, algo que se repita en el tiempo (alguna periodicidad) y cuál es su período. Comparalo con el de las señales aisladas que tomaste antes.
* Fijate si todavía es posible determinar la amplitud de alguna manera razonable.
* Fijate si, a partir de lo que ves en la pantalla, resultaría posible “adivinar” cuáles fueron las señales simples que se sumaron para obtener el resultado que estás observando.
* Guardá un archivo con el registro que acabás de hacer porque volveremos a necesitarlo más adelante.
* Podrás ver un registro de esta actividad en <http://www.labdisc.com.ar/videos/0553>

## Actividad 21: Separando lo mezclado: análisis del espectro

### Preparación

* Conservá la configuración que usaste en la actividad anterior.

### Desarrollo

* Abrí el archivo que guardaste en la actividad anterior (si no lo hiciste, volvé a grabar una señal de 500 Hz superpuesta con una de 1000 Hz).
* Ingresá al menú de análisis del espectro (o análisis de Fourier).
* La pantalla ese dividirá en dos ventanas:
  + En la parte de arriba seguirás viendo las señales como antes.
  + En la parte de abajo aparecerá una nueva visualización: en el eje de las X (abscisas) verás indicadas las frecuencias, y en el eje las Y (ordenadas) verás indicadas las amplitudes de las señales simples (senoidales) que -sumadas- son capaces de producir una señal compuesta como la presente.
* Fijate que, con la muestra actual, esta segunda ventana no muestra información muy detallada. Para brindar información más detallada, las herramientas de análisis del espectro precisan contar con muestras de sonido de mayor duración (cuanto más duren, mejor).
* Reconfigurá al Labdisc a través del Globilab  para que la ahora se detenga automáticamente solo al cabo de 10.000 (¡diez mil!) muestras.
* Encendé el generador de tonos con el botón ON-Actualizar 
* Arrancá la grabación directamente desde el Globilab 
* La grabación durará una fracción de segundo (pero así y todo será 100 veces más larga que los registros anteriores)
* Apagá el generador de tonos con el botón OFF 
* Volvé a pedir un análisis del espectro de frecuencias.
* Esta vez, la herramienta de análisis del espectro mostrará información más detallada. Verás que aparecen 2 picos, que se corresponden con las frecuencias de 500 y 1000 Hz.
* Compará la altura de los picos con las amplitudes que mediste manualmente para las ondas sueltas de 500 y 1000 Hz y analizá cómo se corresponden entre sí.
* Fijate que, aprovechando esta herramienta, podrás encontrar qué ondas simples (de qué frecuencias y con qué amplitudes) necesitarías mezclar (sumar) para obtener un sonido como el que acabás de registrar. El resultado puede contener 2 picos como en este caso, o muchos más si el sonido es complejo, pero siempre será posible analizarlo, sin importar qué tan complejo sea o cuántas componentes resulten necesarias.
* Aunque no lo creas, este proceso de análisis, reconociendo ondas complejas simplemente como la sumatoria de un conjunto de ondas simples, es lo que hace (¡en tiempo real!) tu oído interno y se lo comunica así al cerebro, que de otra manera no daría abasto para procesar tanta información.
* Podrás ver un registro de esta actividad en <http://www.labdisc.com.ar/videos/0554>

## Actividad 22: El timbre sirve para… ¿distinguir? ¡…!

### Preparación

* Conservá la configuración del Labdisc que usaste en la actividad anterior.
* Conseguí algunos instrumentos musicales (por lo menos 2, aunque uno de ellos podría ser tu propia voz)

## Desarrollo

* Tocando la misma nota cada vez, grabá los sonidos y obtené los espectros de cada uno de los instrumentos con que cuentes.
* Observá en cada caso qué formas toman las ondas de sonido y grabá cada medición en un archivo para su uso posterior.
* Tomá nota de la frecuencia que corresponde al primer pico de cada instrumento. A esta frecuencia la llamamos fundamental. ¿Cómo se comparan las frecuencias fundamentales de la misma nota en los distintos instrumentos?
* Fijate sobre qué otras frecuencias se presentan picos. A estos otros picos, presentes en las frecuencias superiores a la más baja los llamamos armónicos. ¿Cómo son los espacios entre picos? ¿Cómo son las relaciones entre la frecuencias del primer pico y las de todos los demás?
* Revisando los análisis de espectro de distintos instrumentos: ¿qué les ves en común y qué cosas encontrás diferentes?

El conjunto de relaciones que presenta cada instrumento entre la amplitud de la fundamental y sus armónicos se llama comúnmente timbre, y es uno de los parámetros fundamentales que permiten distinguir un instrumento de otro aún cuando ambos estén tocando exactamente la misma nota y con el mismo volumen.

Cuando un instrumento presenta muchos armónicos y estos tienen una magnitud que no es tan pequeña respecto a la fundamental, se suele decir que tienen mayor riqueza armónica.

* Podrás ver un registro de esta actividad en <http://www.labdisc.com.ar/videos/0555>

### Cierre

Hay otros factores que le permiten a tu cerebro identificar (con una precisión y velocidad asombrosas) el origen, el entorno y las circunstancias en que se generó un sonido.

Estos factores no fueron abordados en estas actividades, pero ahora ya tenés herramientas y software para investigarlos:

* En general, cuando se pulsa un instrumento o se genera un ruido, las oscilaciones demoran un cierto tiempo en establecerse, a veces se mantienen, y luego decaen en su amplitud hasta extinguirse. A los perfiles temporales de estos sucesos se los llama ataque, mantenimiento y caída. Las cavidades de los instrumentos pueden hacer que las distintas ondas simples que componen su sonido complejo, ataquen, se mantengan y decaigan con velocidades diferentes. Todo esto participa de la identificación que hacemos de ello y caerían con justicia dentro del atributo del timbre.
* El oído no sólo recibe los sonidos de forma directa desde su fuente, sino también como andanadas a través de rebotes que se dan en las paredes de los recintos y distintos objetos presentes. Como los rebotes llegan unos detrás de otros en una sucesión muy rápida, no los llegamos a percibir como ecos (repetición separada del sonido original) sino como reverberancia, que le da un carácter espacial a lo que percibimos. Algunos animales, como los murciélagos, hacen un uso tan prodigioso de esta información que pueden realmente “ver” con los sonidos.
* En algunos instrumentos (casi todos los vientos, la voz humana, etc) la amplitud sube y baja algunas veces por segundo. A este efecto se lo llama vibrato y hace que los picos del análisis espectral aparezcan desdoblados en 2 o 3 partes.
* En otros instrumentos (muchos de los de cuerdas o de síntesis electrónica) la frecuencia sube y baja un poquito algunas veces por segundo. A este efecto se lo llama trémolo.
* La forma de los pabellones de las orejas y el resto del cuerpo afectan el contenido armónico de los sonidos de manera diferente según la dirección desde la que estos lleguen. A este cambio de amplitud relativa de distintas frecuencias se lo llama habitualmente: ecualización (aunque la etimología de la palabra haría presuponer otro significado). Este cambio de ecualización en función de la dirección es uno de los factores principales que nos permiten ubicar las fuentes de los sonidos en el espacio y ha dado origen a efectos como el sonido 3D, 8D, holofónico, etc con resultados muy superiores al sonido estéreo, cuadrafónico y surround.

Cuando comienza la hipoacusia (sordera), normalmente no se pierde la sensibilidad por igual en todas las frecuencias, algunas frecuencias -generalmente medias y altas- se ven más afectadas que las más bajas. La ecualización de lo que se percibe se trastoca completamente y una de las habilidades que se pierden (y más se lamentan) es la de ubicar en el espacio la fuente de los sonidos. Para una persona con hipoacusia todos los sonidos parecen venir del mismo lugar y -para que puedan participar de las conversaciones de los demás- precisan que hable sólo uno por vez y se disminuyan los ruidos de fondo lo más posible.

* Nuestras cuerdas vocales producen en bruto una onda con un altísimo contenido armónico (muy similar a lo que escucharás con nuestro generador de tonos cuando si le pedís “diente de sierra”), pero las cavidades del cuerpo con las que interactúa (fundamentalmente buconasales) alteran con sus resonancias la amplitud relativa de cada armónica del sonido que finalmente emitimos. Este “reformateo” es el que nos permite distinguir unas vocales de otras y letras como la B, M, N, etc. También nos las arreglamos para agregar otras fuentes de ruido mientras apagamos la vibración de nuestras cuerdas vocales, en letras como la F, S, Z, etc, cuyos contenidos armónicos también son reformateados por las cavidades. Por si fuera poco podemos superponer los ruidos a las cuerdas (por ejemplo en la letra D, V), cambiar el perfil de ataque (C, K, P, T), producir un vibrato (RRR), etc. La cantidad de recursos que ponemos en juego para hablar y escuchar es verdaderamente sorprendente y apenas nos damos cuenta de ello.

¡Y hay mucho más! La aventura recién empieza…. *¡Suerte!*