

(((sonido y música con ordenador

LECTURA
El sonido y su representación

Índice

El sonido y su representación

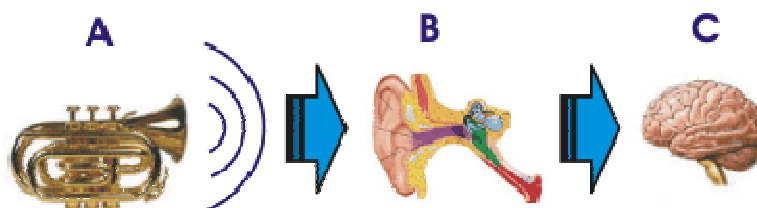
1. ¿Qué es el sonido?.....	1
2. Cualidades del sonido	3
3. Percepción del sonido	5
4. Notación musical	7
5. Editores del secuenciador.....	7

El sonido, como materia prima, hace de **la música quizás la más abstracta de todas las artes**. Los sonidos, una vez producidos y escuchados, nos abandonan y desaparecen. Sólo los **sistemas de grabación del sonido**, que surgen en el siglo XIX, y nuestra memoria (evidentemente con mucha menos fidelidad que la grabación) consiguen que no desaparezcan del todo. Pero, en cualquier caso, para volver a sentirlos necesitamos producirlos de nuevo.

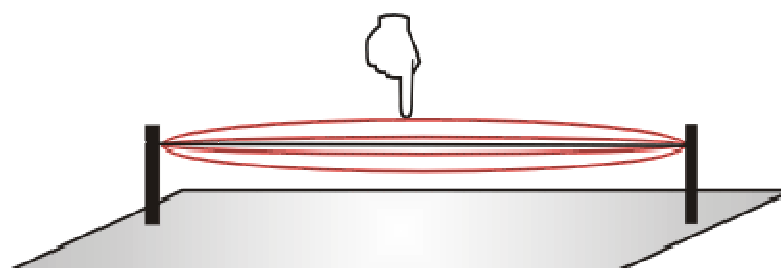
Por eso para trabajar con los sonidos es de una gran utilidad un **sistema gráfico de representación**, que permita su análisis, interpretación y manipulación. Los intérpretes y los compositores tienen en la partitura un recurso casi indispensable para la realización de su labor. Los programas que trabajan con el sonido y con la música recurren bien a la representación de la notación musical o a representaciones alternativas que, más que excluir o evitar la notación musical, la complementan.

1. ¿Qué es el sonido?

El sonido es la percepción de nuestro cerebro (C) de las vibraciones mecánicas que producen los cuerpos (A) y que llegan a nuestro oído a través de un medio (B).



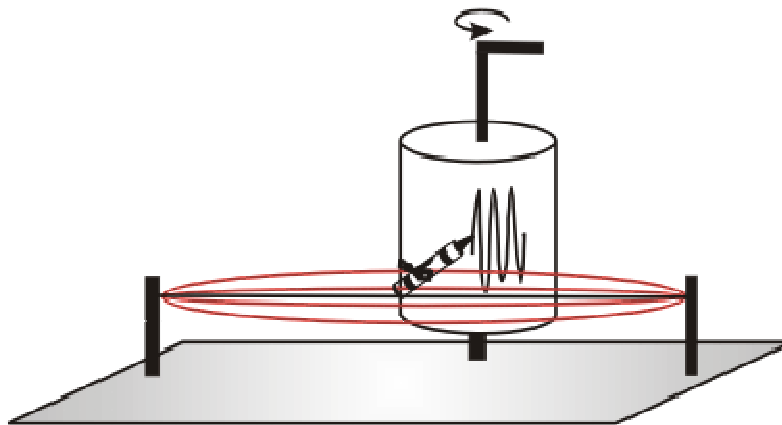
Imaginemos una cuerda tensada entre dos puntos, sobre la que, a continuación, pulsamos con un dedo. La cuerda comenzará a producir un movimiento ondulatorio, desplazándose de un lado a otro, hasta llegar a alcanzar de nuevo el punto de reposo inicial.



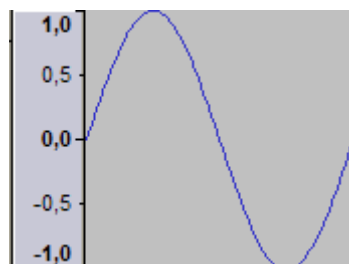
Todos esos movimientos son las vibraciones. Como esos movimientos no los realizará en el vacío sino en el aire (aunque también podría hacerlo, por ejemplo, dentro del agua), se producirá el desplazamiento de las moléculas, empujándose unas a otras en forma de ondas. Esas ondas sonoras se desplazarán hasta llegar a nuestro oído y de ahí pasarán a nuestro cerebro, que se encargará de reconocer e interpretar la vibración percibida.

El sonido en el vacío no puede producirse puesto que no existen moléculas que puedan transmitir la vibración hasta nuestros oídos.

Si hubiésemos enganchado un rotulador a esta cuerda e ido desplazando una hoja de papel a medida que se fuese moviendo, habríamos podido obtener una **representación gráfica** de las oscilaciones de la cuerda.



Así, una oscilación completa tendría la siguiente forma:



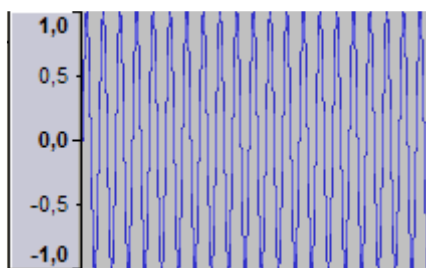
El eje vertical representaría la **amplitud** de la onda, que estaría en relación con la intensidad o fuerza con la que se produce la vibración, y el eje horizontal sería el **tiempo**, que constituiría el punto de reposo de la vibración.

Cuatro son las cualidades que definen al sonido: altura, duración, intensidad o volumen y timbre.

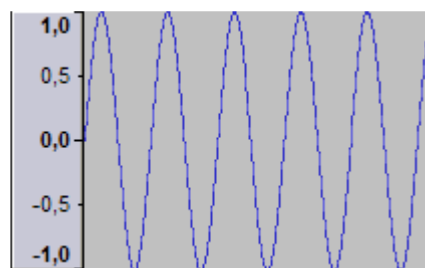
La altura

Depende de la **frecuencia**, que es el número de vibraciones por segundo. Cuantas más vibraciones por segundo, el sonido es más **agudo** y cuantas menos vibraciones por segundo, el sonido es más **grave**. Cuanto más corta, fina y tensa esté una cuerda, más agudo será el sonido que produzca y viceversa.

Gráficamente la diferencia entre un sonido agudo y un sonido grave podría representarse:



Sonido agudo



Sonido grave

La unidad de medida de la frecuencia es el **hercio** (Hz), que equivale a una vibración por segundo.

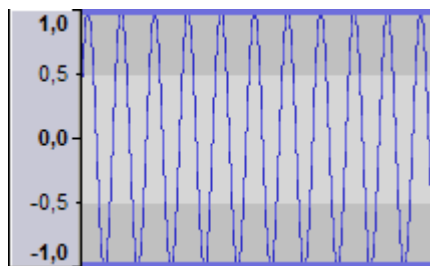
El ser humano no percibe todas las frecuencias. El rango de audición va de los 20 Hz hasta los 20000 Hz. Por encima de esta frecuencia se producen los **ultrasonidos**, que no podemos percibir.

Las **alturas** que son capaces de producir los instrumentos musicales, excepto los electrónicos, no llegan a utilizar todo el rango de audición humano. De hecho, la mayoría de los instrumentos manejan una extensión limitada dentro de ese rango. Las notas que son capaces de producir (su **tesitura**) suelen situarse en la zona grave, intermedia o aguda de ese rango posible de audición.

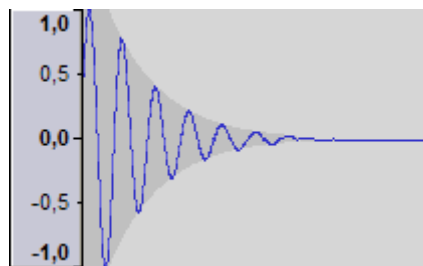
Al proceso de igualar las frecuencias de las diferentes notas entre los distintos instrumentos y/o con relación a un punto de referencia, que se denomina **diapasón**, se lo conoce con el nombre de **afinación**. Las distintas familias de instrumentos pueden tener sistemas de afinación distintos, aunque, para poder igualarlos, todos tienden a una afinación "temperada", en la que se supone que todos los **semitonos** (la distancia mínima que puede haber entre dos notas dentro de la música occidental) son iguales.

La duración

Está en relación con el tiempo que permanece la vibración y se representaría gráficamente:



Sonido largo



Sonido corto

El tiempo máximo de permanencia de la vibración está muchas veces limitado por las características de producción de sonido del instrumento musical. Naturalmente, los instrumentos electrónicos no tienen este tipo de limitaciones y, siempre que el timbre del instrumento que produzcan no tenga como característica una pronta extinción, la duración de los sonidos puede ser todo lo larga que deseemos.

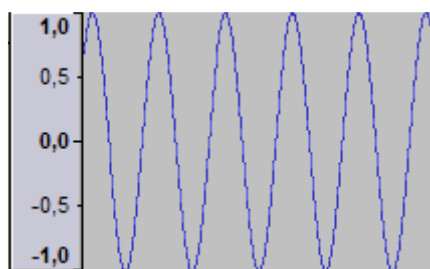
También existe una duración mínima de los sonidos a partir de la cual, aunque un instrumento electrónico fuese capaz de generar sonidos tan breves y tan rápidos (si los hace consecutivamente), nuestro oído acabaría percibiéndolos como simultáneos.

En música la medición del tiempo de los sonidos no se realiza uno a uno, sino por comparación con los demás. Pero aún así, esta referencia relativa de duraciones necesita una referencia superior, para poder establecer su duración absoluta. Así tenemos la indicación metronómica, que se expresa en número de "golpes" por minuto (bpm: beats per minute). Cuanto mayor sea el número de la indicación metronómica, más rápido se interpretará la música y a la inversa.

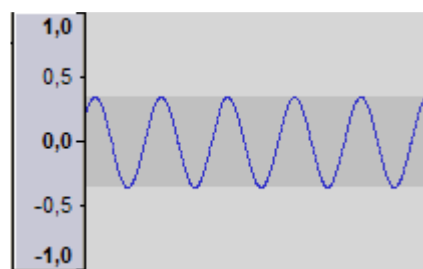
La intensidad o volumen

Está en relación con la fuerza con que hubiésemos pulsado la cuerda. Su unidad de medida es el **decibelio** (dB). Cada incremento de 10 dB nuestro oído lo percibe como el doble de intensidad. A partir de 120 dB entraríamos en el umbral del dolor.

En la representación gráfica de un sonido fuerte observaríamos que posee una mayor amplitud que un sonido débil.



Sonido fuerte

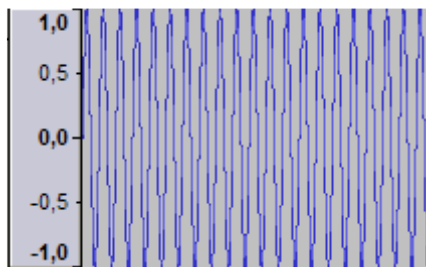


Sonido suave

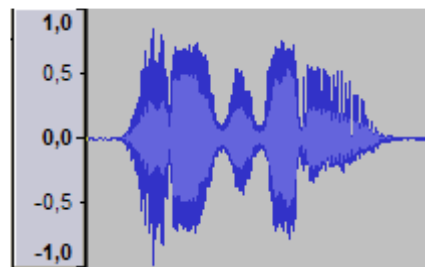
Los sonidos de los distintos instrumentos musicales no tienen todas las mismas posibilidades de potencia sonora. Esta realidad se reconoce claramente en la disposición de los instrumentos dentro de una orquesta, donde los instrumentos con mayor potencia sonora son colocados hacia atrás. Sin embargo, hoy en día y gracias a los avances de la tecnología de amplificación del sonido, los posibles desequilibrios se pueden compensar con una adecuada utilización de los micrófonos y la mesa de mezclas.

El timbre

Es la cualidad que nos permite distinguir entre los distintos sonidos de los instrumentos o de las voces, aunque interpreten exactamente la misma melodía. El timbre de los distintos instrumentos se compone de un **sonido fundamental**, que es el que predomina (siendo su frecuencia la que determina la altura del sonido), más toda una serie de sonidos que se conocen con el nombre de **armónicos**.



Sonido fundamental

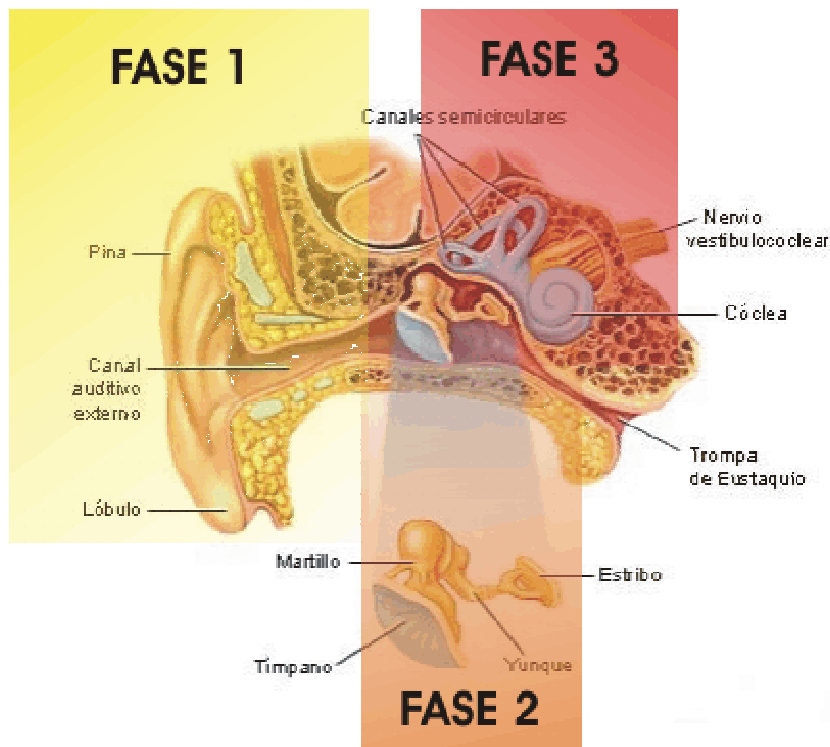


Sonido complejo

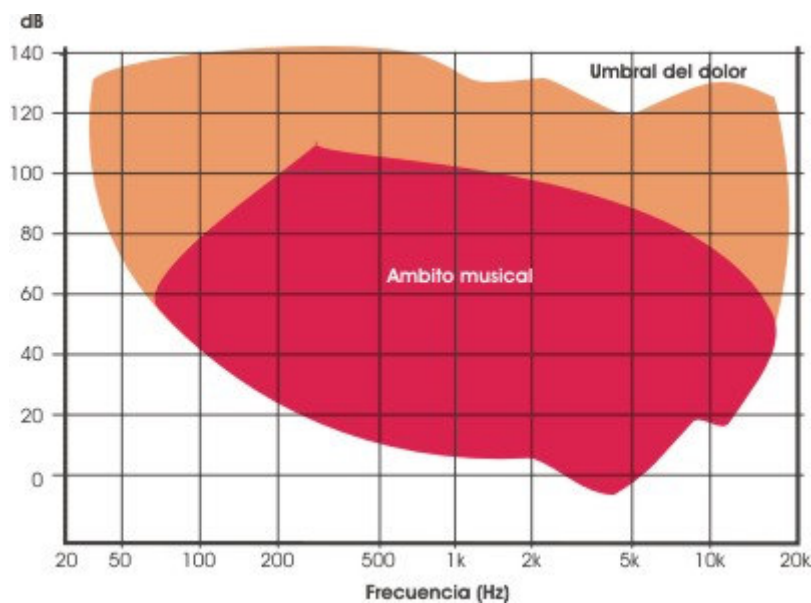
3. Percepción del sonido

Cuando un objeto vibra, esa vibración se transmite a las moléculas de aire que lo rodean. Se inicia así un proceso en cadena, una especie de efecto dominó, en el que las moléculas se van empujando unas a otras:

- **FASE 1:** Nuestra oreja actúa entonces como una antena receptora, capturando esas vibraciones del aire y conduciéndolas a través del conducto auditivo hasta el tímpano.
- **FASE 2:** Las ondas sonoras hacen entonces que el tímpano vibre y, a través de los huesecillos del oído medio (martillo, yunque y estribo), se transmitirán amplificándose hacia la ventana oval del oído interno.
- **FASE 3:** En el oído interno un líquido estimula a las células cilíacas, que serán las encargadas de enviar impulsos eléctricos a través del nervio auditivo hasta el cerebro.



El umbral auditivo del ser humano muestra las limitaciones que tiene para percibir las alturas y las intensidades de los sonidos.



Los límites de nuestra percepción son límites que, lógicamente, afectan a la música como arte. Es decir, se restringe el número de posibilidades en cuanto al rango posible de frecuencias, intensidades, duraciones y timbres que pueden ser empleados en la composición. Estos límites son incluso, como veremos más adelante, el punto de partida para generar los algoritmos de compresión del sonido (en esencia la idea consiste en eliminar toda la información que se recoge en un grabación, pero que nuestro cerebro no es capaz de percibir).

A lo largo de los siglos se ha ido creando un **código** que ha permitido reflejar gráficamente las distintas cualidades del sonido que, en definitiva, son las cualidades de la materia prima de la música. Podríamos citar, por ejemplo, la siguiente relación de elementos del lenguaje musical, que reflejan cada una de las **cualidades del sonido en la partitura**:

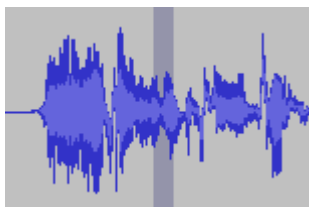
Altura	Duración
<ul style="list-style-type: none"> • Pentagrama • Clave • Nombre de las notas • Alteraciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicaciones de <i>tempo</i> y metronómicas • Compás • Figuras y silencios • Signos de prolongación • Agrupaciones de figuras especiales
Intensidad	Timbre
<ul style="list-style-type: none"> • Matices (términos y abreviaturas) • Reguladores 	<ul style="list-style-type: none"> • Situación de los instrumentos en la partitura • Nombre del instrumentos • Indicaciones sobre modos específicos de interpretación del instrumento en la partitura

El siglo XX también ha traído grandes propuestas para romper los límites tradicionales de la música occidental que, unidas a la revolución tecnológica e informática, han hecho que el sistema de notación tradicional se haya vuelto muy limitado para estas nuevas creaciones y para registrar las posibilidades de los nuevos instrumentos musicales electrónicos. Por eso, no han faltado propuestas de numerosos compositores para anotar de modo distinto sus creaciones musicales.

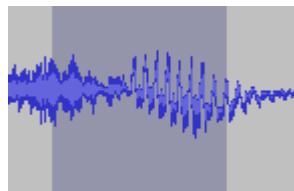
5. Editores del secuenciador

Los programas que trabajan con el sonido y con la música han tenido que recurrir también a sistemas de representación gráfica del sonido. Es evidente esta necesidad, puesto que lo que pretendemos con estos programas no es sólo poder recoger o registrar el sonido (o la información que lo representa), sino también manipularlo (editar, modificar, transformar...). Así nos encontramos con distintas formas de representación, que ya se han convertido en habituales y casi en un estándar:

- **Representación de la información audio.** Podemos ver esta representación habitualmente en los editores de audio. Los sonidos grabados digitalmente se muestran en forma de onda compleja, que puede observarse con mayor o menor precisión, en función de la escala empleada a través de las herramientas de zoom. A continuación podemos ver una muestra de este tipo de representación en el editor de audio **Audacity**

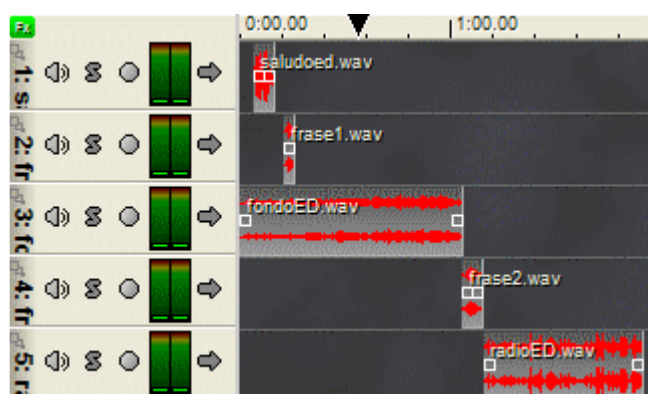


Fragmento de onda.



Ampliación del fragmento de onda (en gris oscuro).

- **Pistas en un secuenciador.** El siguiente ejemplo se refiere a las pistas audio del secuenciador n-Tack.

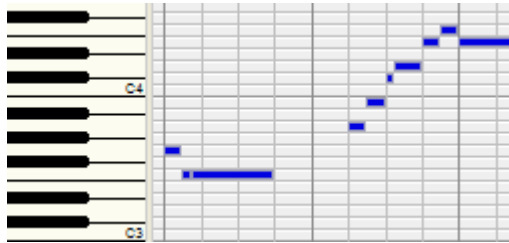


- **Representación de la información MIDI.** Como veremos más adelante, el lenguaje MIDI viene a equivaler a la partitura musical del ordenador o de los instrumentos musicales que entienden dicho lenguaje. De hecho muchos secuenciadores pueden mostrar dicha información en forma de notas musicales, para facilitar su visualización y manipulación a los que entienden el lenguaje musical (los secuenciadores más complejos incluyen herramientas que permiten disponer de un auténtico editor de partituras). Así, una pista con información MIDI (por ejemplo el comienzo del tema *Yesterday* de los Beatles) puede visualizarse de las siguientes formas:

- **Como partitura:**



- Como piano roll



- Como lista de eventos [MIDI]

Time	Channel	Event	Data
1:01:000	3	Program Change	73
1:01:000	3	Controller	7 127
1:01:000	3	Controller	10 64
4:01:000	3	Controller	7 99
4:01:000	3	Note	G 5 127 480
4:01:480	3	Note	F 5 127 240
4:01:720	3	Note	F 5 127 2:240
5:02:000	3	Note	A 5 127 480
5:02:480	3	Note	B 5 127 480
5:03:000	3	Note	Db6 127 240
5:03:240	3	Note	D 6 127 720
5:04:000	3	Note	E 6 127 480
5:04:480	3	Note	F 6 127 480
6:01:000	3	Note	E 6 127 1:480

Este último caso quizás sea el menos amigable, pero también es cierto que, posiblemente, sea el que mejor refleja el tipo de información que realmente se transmite vía MIDI.