

# Acústica musical

La **acústica musical** es la rama de la acústica que está especializada en:

- La investigación y descripción de la física de la música (es decir, cómo son los sonidos empleados para producir música).
- El estudio de la audición musical, encargándose de favorecer los sonidos procedentes de los instrumentos musicales, la voz (la física del habla y el canto) y el análisis computacional de la melodía.

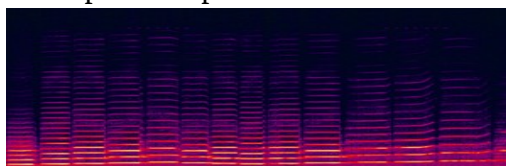
## Aspectos físicos

Cuando dos tonos diferentes se tocan al mismo tiempo, sus ondas sonoras interactúan - los agudos y los graves con la presión del aire se refuerzan para producir una onda sonora diferente. Como resultado, cualquier onda sonora que no sea más complicada que una onda sinusoidal se puede modelar como muchas ondas sinusoidales diferentes de las frecuencias y amplitudes adecuadas (un Espectro de frecuencias). En los humanos, el aparato auditivo (compuesto del oído y el cerebro) puede normalmente aislar estos tonos y distinguirlos. Cuando dos o más tonos se tocan a la vez, una variación de la presión del aire en el oído reproduce todos los tonos y el oído (y principalmente el cerebro) los aíslan y decodifican en distintos tonos.

Cuando las fuentes de sonido son perfectamente periódicas, la nota está compuesta por varios tonos consistentes en ondas sinusoidales relacionadas (que matemáticamente se añaden a cada una) llamadas fundamental, armónicos y sobretonos. La frecuencia más baja es la fundamental y es la frecuencia a la que la onda completa vibra. Los sobretonos vibran más deprisa que el tono fundamental, pero tienen que vibrar a múltiplos enteros del fundamental para que la onda final tenga el mismo ciclo. Los instrumentos reales son casi periódicos, pero las frecuencias de los sobretonos son ligeramente imperfectas, así que la forma de la onda cambia ligeramente a través del tiempo.

## Aspectos subjetivos

Las variaciones en la presión del aire contra la pared de la oreja, y los consiguientes procesamiento e interpretaciones físicas y neurológicas, dan lugar a la experiencia subjetiva llamada "sonido". Muchos sonidos que la gente reconoce como "musicales" están dominados por vibraciones periódicas más que por no periódicas (llamadas tonos definidos) y al mecanismo de transmisión nos referimos como "onda sonora". De manera simple, el sonido de una senoide, que se considera el modelo más básico de una forma de onda sonora, causa que la presión del aire aumente y disminuya de manera regular y se escucha como un tono muy "puro". Los tonos puros se pueden producir con un diapasón o silbando. La tasa de variación de la presión del aire gobierna la frecuencia del tono, que se mide en ciclos por segundo o hercios. La frecuencia primaria percibida se llama tono fundamental.



Un espectrograma de sonido de violín. Las líneas brillantes en la parte de abajo son los fundamentales de cada nota u las otras líneas brillantes cercanas son los sobretonos armónicos, en conjunto, forman el espectro de frecuencias.

## Armónicos, parciales y sobretonos

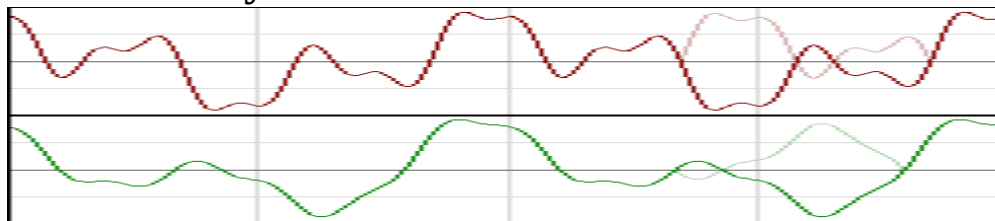
La fundamental es la frecuencia a la que vibra la onda completa. Los sobretonos son otros componentes sinusoides presentes a frecuencias superiores a la fundamental. Todos los

componentes de frecuencia que forman la forma de onda completa, incluyendo el fundamental y los sobretonos se llaman parciales.

Los sobretonos que son múltiplos enteros del fundamental se llaman armónicos. Cuando un sobretono está cerca de ser armónico, a menudo se llama armónico parcial, aunque se denomina simplemente como armónico. Algunas veces los sobretonos no están cerca de ningún armónico, entonces se llaman parciales o sobretonos inarmónicos.

La frecuencia fundamental se considera el *primer armónico* y el *primer parcial*. La numeración de los parciales y armónicos es normalmente la misma, el segundo parcial es el segundo armónico, etc. Pero si hay parciales inarmónicos, la numeración no coincidirá. Los sobretonos, están numerados según estén por encima del fundamental. Hablando estrictamente, el *primer* sobretono es el *segundo* parcial (y normalmente el *segundo* armónico). Como esto puede resultar confuso, sólo los armónicos se llaman por sus números y los sobretonos y los parciales se describen según su relación con estos armónicos.

## Armónicos y no linearidades

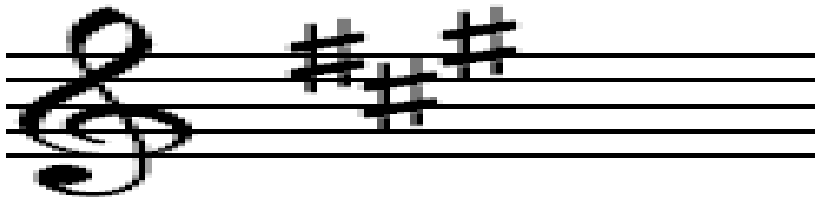


Una media onda simétrica y otra asimétrica. La roja contiene sólo el fundamental y los armónicos impares, la verde contiene el fundamental, los impares y los pares.

## Armadura de clave

La **armadura de clave** o **armadura de tonalidad** es el conjunto de alteraciones (sostenidos o bemoles) que escritas sobre el pentagrama sitúan una frase musical en una tonalidad específica. Las alteraciones se escriben en un orden concreto: para los sostenidos, *fa, do, sol, re, la, mi* y *si*; y para los bemoles, *si, mi, la, re, sol, do, fa*; es decir, el inverso.

**Algunos ejemplos**



Armadura correspondiente a la tonalidad de *la* mayor.

- Sin ninguna alteración la tonalidad es *do* mayor o cualesquiera de sus variaciones modales; como *la* menor, que es su relativo menor.
- Cuando la armadura de clave es un sólo sostenido (#) - el primer sostenido se sitúa siempre en el *fa* del pentagrama, avanzando por quintas al aumentar un sostenido - la tonalidad es *sol* mayor o cualesquiera de sus variaciones modales, como *mi* menor.
- Cuando la armadura de clave tiene dos sostenidos (situados en el *fa* y en el *do* del pentagrama), la tonalidad es *re* mayor o cualesquiera de sus variaciones modales.
- Cuando la armadura de clave tiene un bemol (b) - el primer bemol se sitúa en el *si* del pentagrama, avanzando por cuartas al aumentar un bemol - la tonalidad es *fa* mayor o cualquiera de sus variaciones modales.

Cuando el músico lee una partitura por primera vez, sólo con ver la armadura de clave puede hacerse una idea de la tonalidad en que se encuentra la obra. En la música occidental existen 24 tonalidades distintas (*do* mayor, *la* menor, etc.). Las armaduras más complejas son:

1. La de *DO#* mayor con siete sostenidos: *fa, do, sol, re, la, mi* y *si*
2. La de *DOb* mayor con siete bemoles: *si, mi, la, re, sol, do* y *fa*
3. Las de las correspondientes tonalidades "**Relativas**" menores de las dos anteriores

#### Aplicando armaduras

El propósito de las armaduras es minimizar el número de alteraciones hechas sobre el pentagrama. Bajo este concepto, cualquier pieza podría ser escrita con armadura, usando luego alteraciones para corregir individualmente cada nota donde la armadura no debería aplicarse.

El efecto de la armadura prevalece a través de una pieza o movimiento, exceptuando que este sea explícitamente cancelado por una nueva armadura. Además, si una armadura al principio de una pieza indicara por ejemplo que la nota *si* debe ser tocada como *si* bemol, incluso las notas *si* de escalas superiores e inferiores se verían afectadas por esta regla.