

# **MANUAL INTRODUCTORIO DE ACÚSTICA Y TEORÍA MUSICAL**

# MODULO 1: FUNDAMENTOS DEL SONIDO

Antes de empezar cualquier contenido relacionado a la música debemos comenzar entendiendo cual es su naturaleza física, **el sonido**, es decir, a que nos referimos cuando pensamos en un sonido, que condiciones deben darse para que exista y como éste es percibido por el el órgano auditivo, el sentido encargado de analizar para luego transformarlo en impulsos eléctricos dentro de nuestro cerebro el cual interpretará la información recibida.

Este proceso tiene un carácter físico y otro sensorial, este último tiene un componente profundamente cultural al momento de asignar sentido y valor a la información sonora. Parte de esta interpretación surge de como el sonido se comporta de manera natural pero también mucha de la carga de sentido que asumimos como intuitiva solo puede comprenderse desde el contexto cultural de donde surge.

## 1.1 El Sonido como fenómeno físico

El sonido es una perturbación que se propaga en un medio elástico (principalmente el aire) mediante compresiones y rarefacciones sucesivas de las moléculas de dicho medio, originadas por la vibración de un cuerpo. Cuando estas perturbaciones alcanzan el órgano auditivo, producen la sensación sonora. El sonido es, por tanto, un fenómeno ondulatorio.

**Velocidad del sonido:**  $C = 345 \text{ m/s}$  en el aire a  $23 \text{ °C}$  ( $= 1242 \text{ km/h}$ ). Varía un  $0,17\%$  por grado Celsius.

Para que exista el sonido debe haber un **cuerpo vibrante** y un **medio de difusión**.

La velocidad del sonido varía con la temperatura (un  $0,17\%$  por grado Celsius), razón por la cual en distintos textos pueden encontrarse valores ligeramente diferentes. Esta variación es relevante para entender por qué no existe un único valor universal.

### ¿Qué condiciones deben darse para que un sonido sea generado y oído?

Para que exista el sonido debe haber un cuerpo vibrante y un medio de difusión para que las moléculas que lo componen cambien de presión y propaguen la vibración hasta el organo receptor (oído).

## 1.2 Parámetros del Sonido y sus Correlatos Perceptuales

Hay una importante diferencia entre Acústica y psicoacústica ya que trabajan con los mismos fenómenos pero pertenecen a ciencias completamente distintas. Por un lado **la acústica** es la rama de la física que se encarga de estudiar la producción transmisión y medición de las ondas sonoras mientras que **la psicoacústica** estudia la relación entre las características físicas del estímulo sonoro y su respuesta perceptual, es decir como el ser humano interpreta el sonido.

### Acústica (características físicas)

**Amplitud** — Valor máximo alcanzado por la oscilación de presión sonora en un ciclo. También llamada valor de pico. **La intensidad sonora** (magnitud distinta aunque relacionada) es la energía de la onda por unidad de superficie, proporcional al cuadrado de la amplitud.

**Período (T)** — Tiempo transcurrido entre dos perturbaciones sucesivas del aire, es decir la duración de un ciclo completo. Se mide en segundos (s) o milisegundos (ms). La cantidad de períodos por segundo es la frecuencia ( $f = 1/T$ ).

**Duración** — duración de las perturbaciones en el tiempo.

**Forma de onda** — forma que describe el ciclo de la perturbación.

### Psicoacústica (cómo el sonido es percibido)

**Sonoridad** — fuerza, volumen o intensidad de un sonido. La sonoridad resulta fuertemente dependiente no sólo de la amplitud sino también de la frecuencia.

**Altura** — La relación entre frecuencia y altura es bastante directa: las bajas frecuencias corresponden a sonidos graves y las altas frecuencias a sonidos agudos.

La altura como parámetro psicofísico varía un poco con la intensidad del sonido, por ejemplo un timbre muy brillante parece ser más agudo. Nuestra percepción de la altura es logarítmica: la sensación crece como suma constante mientras la frecuencia debe multiplicarse.

**Duración** — duración del sonido en el tiempo.

**Timbre** — Características propias de cada sonido. Hay dos enfoques para el análisis del timbre. El primero estudia los sonidos aislados y se propone identificar todos los elementos que los distinguen de otros sonidos. El segundo clasifica los sonidos según la fuente (por ejemplo, un instrumento) y asocia una cualidad tímbrica con cada fuente.

El timbre depende del espectro y las envolventes tomados en su conjunto, la forma de onda apenas aporta información sobre el timbre.

**Distinción clave:** La **acústica** estudia la producción, transmisión y medición de las ondas sonoras (física). La **psicoacústica** estudia cómo el ser humano las percibe e interpreta.

## 1.3 Sonidos Periódicos

La mayor parte de los sonidos de la naturaleza son, en realidad, el resultado no de una sino de múltiples perturbaciones sucesivas. Estos sonidos se denominan **periódicos** y pueden dividirse en ciclos, donde cada ciclo abarca todo lo que sucede entre dos perturbaciones sucesivas del aire.

### Longitud de onda

Longitud de onda ( $\lambda$ ): distancia entre dos perturbaciones sucesivas (dos compresiones o dos rarefacciones consecutivas) en el espacio, durante la propagación del sonido. Se relaciona con la frecuencia y la velocidad del sonido mediante:  $\lambda = c/f$ . Para los sonidos audibles varía entre aproximadamente 2 cm (sonidos muy agudos, ~17 000 Hz) y 17 m (sonidos muy graves, ~20 Hz).

Los sonidos por debajo de 20 Hz se perciben como ritmo (pulsos individuales), no como altura.

### Período

Tiempo transcurrido entre una perturbación y la siguiente.

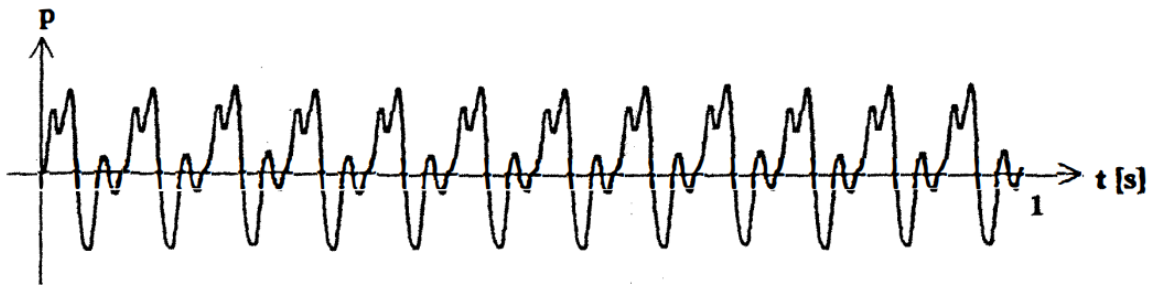
### Frecuencia

Cantidad de ciclos por segundo, o lo que es lo mismo, la cantidad de perturbaciones por segundo.

La frecuencia de los sonidos audibles está comprendida entre los 20 Hz y los 20.000 Hz (20 kHz). El período correspondiente varía entre 0,05 ms (sonidos muy agudos) y 50 ms (sonidos muy graves).

### Representación gráfica del sonido

El oscilograma es la representación gráfica de la perturbación sonora.



En este gráfico pueden apreciarse los ciclos periódicos de un sonido. En el eje horizontal se representa el tiempo donde al medir el inicio hasta la repetición del ciclo o periodo podemos observar la longitud de onda (cuanta distancia recorre el sonido)

En el eje vertical tenemos la presión sonora o amplitud del sonido alternando picos y valles.

En este grafico se representa 1 segundo de tiempo transcurrido desde el inicio de la perturbación y se cuentan 12 ciclos, por lo que la frecuencia de este sonido es de 12Hz (hercios).

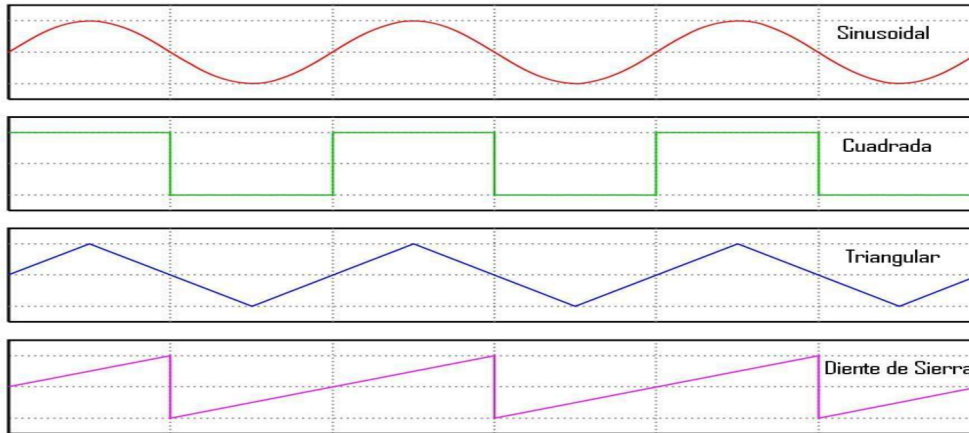
## 1.4 Formas de onda

**Onda senoidal** (senoide o senoide) — Es una curva que describe una oscilación repetitiva y suave en forma de S. Físicamente corresponde a las oscilaciones más sencillas posibles. El más conocido es el péndulo: la oscilación de un peso suspendido de un hilo sigue una ley senoidal. Lo que da mayor importancia a esta forma de onda es el hecho de que cualquier onda periódica puede considerarse como una superposición de ondas senoidales de distintas frecuencias, todas ellas múltiplos de la frecuencia de la onda (**teorema de Fourier**).

**Cuadrada** — Consiste en dos niveles de amplitud (uno positivo y el otro negativo) que se van alternando en el tiempo. Una variante es el **tren de pulsos**, en el cual el tiempo de permanencia en cada nivel no es el mismo. Este tipo de onda no existe en la Naturaleza, pero es muy fácil de sintetizar electrónicamente

**Onda triangular** — Está formada por rampas que suben y bajan alternadamente.

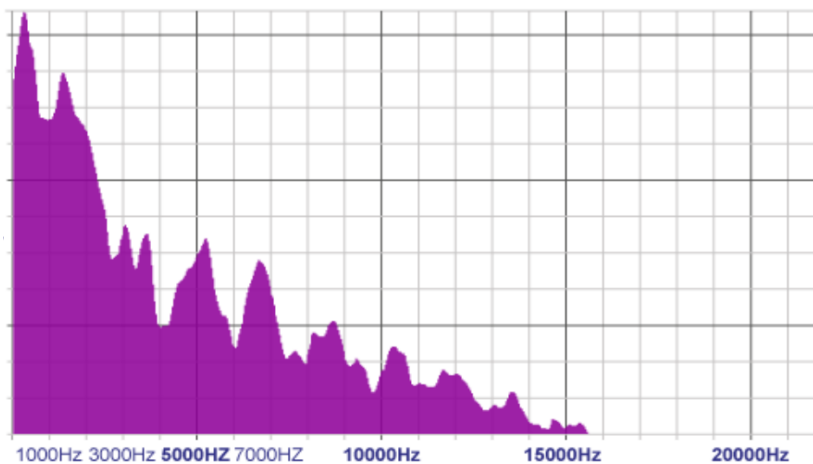
**Diente de sierra** — Tiene una subida rápida y una bajada en forma de rampa o viceversa. la forma de onda del sonido del violín guarda cierta similitud con la diente de sierra. También tienen esta forma de onda los sonidos que se generan al rozar dos objetos



**Teorema de Fourier:** Cualquier onda periódica, por compleja que sea, puede ser descompuesta en una suma de ondas sinusoidales más simples con diferentes frecuencias y amplitudes. En esencia, permite analizar una onda compleja como la superposición de ondas senoidales más básicas.

## Espectro

El espectro del sonido es la representación de las frecuencias presentes en un sonido y sus respectivas amplitudes. Se visualiza en un espectrograma. Los componentes del espectro se denominan genéricamente parciales. Cuando las frecuencias de los parciales son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental ( $f$ ,  $2f$ ,  $3f$ ,  $4f$ ...) se llaman armónicos y el espectro es armónico. Cuando no están en esa relación de proporción, se denominan parciales inarmónicos y el espectro es inarmónico. Los instrumentos musicales de tono definido suelen tener espectros aproximadamente armónicos; los de percusión (campanas, tambores) suelen tener espectros inarmónicos.



## 1.5 Envoltentes y Formantes

### Formantes

Son los picos de energía presentes en el espectro de frecuencias de un sonido. En el habla, por ejemplo, estos picos son el resultado de la configuración del tracto vocal (boca, lengua, etc.) que actúa como cavidad resonante, amplificando ciertas frecuencias y atenuando otras. Cada vocal tiene una combinación característica de formantes que permite distinguirlas. el filtrado por resonancias existe en todos los instrumentos: la caja de resonancia de la guitarra, el tubo del clarinete, etc. actúan de la misma manera que el tracto vocal.

En síntesis: son regiones del espectro donde hay concentración de energía y picos de amplitud a lo largo del tiempo.

### Envolvente Acústica (ADSR)

La envolvente acústica describe cómo cambia el volumen (amplitud) de un sonido a lo largo del tiempo. Hay dos clases de envoltentes la primaria que está fuertemente relacionada con la forma en que se produce el sonido y las envoltentes secundarias que dependen de la manera en que se amortiguan las diferentes frecuencias del espectro. El ADSR describe solo la envolvente primaria.

#### Fases principales:

**Ataque (Attack):** El tiempo que tarda el sonido en alcanzar su volumen máximo desde que comienza.

**Decaimiento (Decay):** El tiempo que tarda el volumen en reducirse desde el máximo hasta el nivel de sostenimiento.

**Sostenimiento (Sustain):** El nivel de volumen constante que se mantiene mientras el sonido continúa.

**Liberación (Release):** El tiempo que tarda el volumen en disminuir hasta cero después de que se detiene la fuente del sonido.

## 1.6 Serie de Armónicos

Se denominan **armónicos** a las frecuencias secundarias que vibran simultáneamente con la nota fundamental. Cuando escuchamos una nota en un instrumento, no es un sonido “puro”, sino una mezcla de esa frecuencia base con múltiples capas de sonidos más agudos que le dan su timbre característico (parciales).

La **serie armónica natural** es la sucesión ordenada de estas frecuencias las cuales son **múltiplos enteros** de la frecuencia fundamental (**parciales armónicos**). El resto de frecuencias presentes que no son múltiplos de la fundamental se denominan **parciales inarmónicos**.

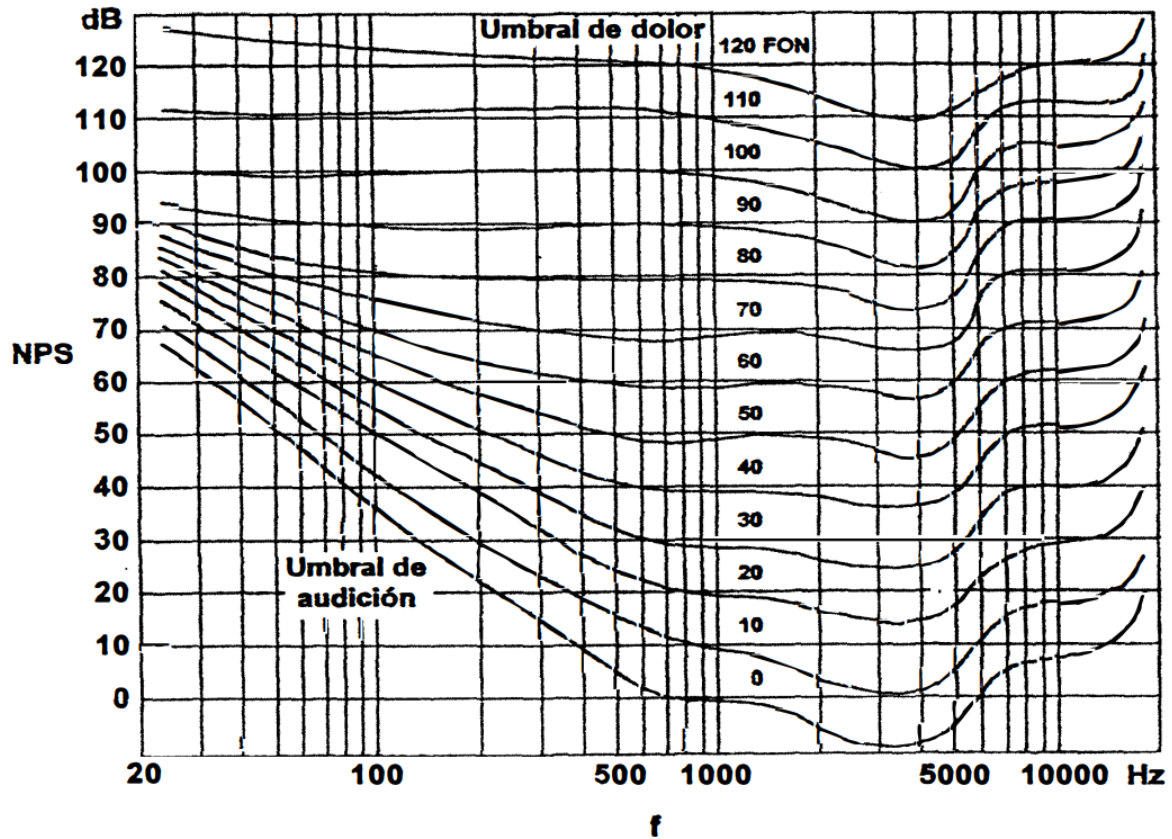
El orden de los intervalos de los armónicos siempre tomando como referencia la nota fundamental es el siguiente:

1 – Fundamental 2 – Octava justa 3 – Quinta justa 4 – Tónica (2ª oct.)  
5 – Tercera mayor 6 – Quinta justa 7 – Séptima menor 8 – Tónica (3ª oct.)  
9 – Novena mayor 10 – Tercera mayor 11 – Cuarta aumentada 12 – Quinta justa  
13 – Sexta mayor 14 – Séptima menor 15 – Séptima mayor 16 – Octava (4ª)

A medida que subimos, los intervalos se vuelven más pequeños. A partir del armónico 16, las notas dejan de encajar en la afinación temperada, dando lugar a la **microtonalidad**.

## 1.7 Umbrales de Audición (Psicoacústica)

El umbral de audición es el mínimo y máximo de la relación entre la frecuencia y la intensidad de un sonido para poder ser percibido por el oído humano o para cruzar el denominado umbral de dolor. El oído humano normal percibe frecuencias entre aproximadamente 20 Hz y 20.000 Hz (20 kHz). Las frecuencias por debajo de 20 Hz se denominan infrasonido; las que superan los 20 kHz se denominan ultrasonido. Ambos extremos son imperceptibles para el ser humano aunque pueden producir efectos físicos. Dentro del rango audible, el umbral de audición es el nivel mínimo de presión sonora detectable (0 dB  $\approx$  20  $\mu$ Pa), y el umbral de dolor es el nivel máximo tolerable sin daño inmediato ( $\sim$ 120 dB  $\approx$  20 Pa).



### Sonoridad:

La sensación de sonoridad, es decir de fuerza, volumen o intensidad de un sonido está relacionada con su amplitud. Sin embargo la relación no es tan directa como la que existe entre la frecuencia y la altura. De hecho la sonoridad resulta fuertemente dependiente no solo de la amplitud sino también de la frecuencia, así a igualdad de frecuencias podremos decir que un sonido de mayor amplitud es mas sonoro pero si aumentamos la frecuencia del sonido de menor amplitud este puede llegar a percibirse como mas sonoro.

## MÓDULO 2: FUNDAMENTOS DE LA MÚSICA OCCIDENTAL

Ya teniendo en claro los conceptos físicos, acústicos y psicoacústicos que constituyen el sonido podemos pasar a entender como se organizan estos fenómenos en un sistema más cotidiano como es el del lenguaje musical.

### 2.1 Elementos Fundamentales de la Música

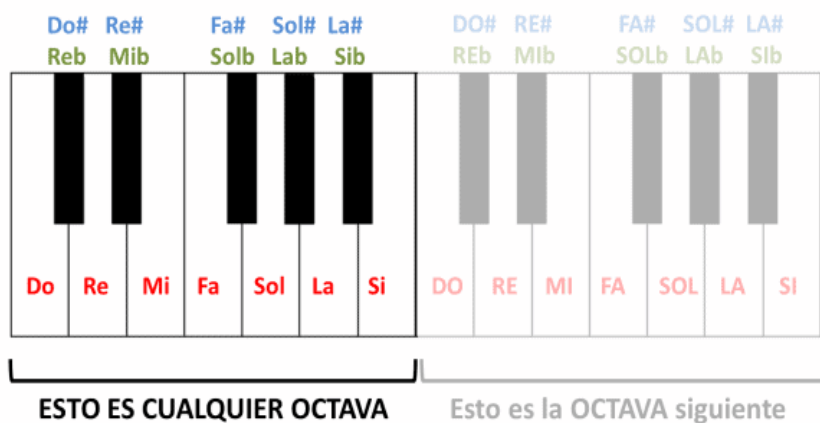
**Melodía:** es la combinación de una serie de sonidos tocados sucesivamente.

**Armonía:** es la combinación de una serie de sonidos tocados simultáneamente.

**Ritmo:** es la organización libre de duraciones e intensidades que fluye a través de la melodía y la armonía. No debe confundirse con el compás, que es la medición regular de esos eventos en unidades de tiempo iguales. El ritmo ondea libremente alrededor de la división esquemática del compás, reforzándola u oponiéndose a ella en infinitas gradaciones.

### 2.2 Notación Musical

En la música occidental se utilizan 12 sonidos musicales: 7 notas «naturales» (teclas blancas) y 5 notas «alteradas» (teclas negras).



Tipo	Notas
<b>Naturales</b>	Do / Re / Mi / Fa / Sol / La / Si
<b>Sostenidos (#)</b>	Do# / Re# / Fa# / Sol# / La# — el símbolo # sube medio tono
<b>Bemoles (b)</b>	Reb / Mib / Solb / Lab / Sib — el símbolo b baja medio tono

Las notas se repiten en series denominadas **octavas** (grupos de ocho notas). Una octava

corresponde al espacio entre un sonido y su repetición.

## 2.3 Intervalo de Tono y Semitono

Se denomina **intervalo** a la distancia entre dos notas. En la música occidental el menor intervalo es el **SEMITONO**; un **TONO** equivale a la suma de dos semitonos. En la escala cromática completa hay 12 semitonos o 6 tonos entre una nota y su octava.

Teniendo en cuenta la **escala natural de Do mayor** podemos deducir la siguiente distancia de intervalos entre sus notas.

Do – Re (tono)

Re – Mi (tono)

**Mi – Fa (semitono)**

Fa – Sol (tono)

Sol – La (tono)

La – Si (tono)

**Si – Do (semitono)**

En los únicos lugares donde no encontraremos una distancia de tono dentro de la escala es entre las notas Mi – Fa y Si – Do.

Es importante incorporar y aprender que distancia hay entre las notas por tonos porque esto nos ayudará a entender como formar acordes y sus diferentes características, sonoridades y funciones.

## 2.4 Clasificación de los Intervalos

Debemos analizar y clasificar los distintos intervalos que se forman a partir de la escala mayor ya que esto nos permitirá poder organizarlos y agruparlos para formar sonidos mas complejos al ejecutar las notas simultaneamente (armonía).

Los intervalos se clasifican en **Mayores, Menores y Justos** según su distancia en tonos/semitonos. La inversión de cualquier intervalo menor que una octava es igual a la diferencia entre ese intervalo y la octava. La inversión de un intervalo mayor es siempre menor, y viceversa; la inversión de un intervalo justo es siempre justa; la inversión de un intervalo aumentado es siempre disminuida, y viceversa.

## Tipos de intervalos

**Mayores:** a dos tonos de distancia.

**Menores:** a tono y medio.

**Justos:** cuarta justa (2,5 tonos) y quinta justa (3,5 tonos).

**Aumentado/Disminuido:** tritono (3 tonos).

Intervalos **melódicos:** notas sucesivas.

Intervalos **Armónicos:** notas simultáneas.

### Quinta justa y cuarta justa

El dominante de una escala mayor es siempre el quinto grado; su distancia (o intervalo) desde la tónica se denomina quinta justa. El subdominante es siempre el cuarto grado; su intervalo con la tónica es la cuarta justa. Quinta justa y cuarta justa se complementan entre sí hasta completar una octava: son inversas.

Los intervalos pueden ser **ascendentes**, la distancia entre una nota y la siguiente es hacia arriba en la escala o **descendentes**, cuando medimos la distancia desde la nota mas alta hacia la mas baja, es decir de manera descendente. Estos también pueden clasificarse como **simples**, cuando la distancia entre notas no supera la octava, o **compuestos**, cuando la supera.

Los últimos tipos de intervalos que podremos encontrar son los **homónimos**, cuando la nota tiene el mismo nombre pero cambia de sonido (por ejemplo entre un Do y un Do# o un Mi y un Mib) y **enarmónicos** cuando la nota tiene distinto nombre pero un mismo sonido, por ejemplo, entre un Mi y un Fa o un Reb y un Do# ambas notas comparten un mismo sonido pero se llaman diferente dependiendo de la escala que estemos tomando como referencia.

### **Intervalos mas utilizados:**

#### **2a: Mayor (tono) o menor (semitono)**

El intervalo entre el subdominante y el dominante (un tono entero) se denomina **Segunda Mayor** (Fa - Sol). El intervalo de semitono tal como aparece entre la sensible y la tónica es denominado **Segunda Menor** (Si - Do). Este es el intervalo de resolución de la sensible a la tónica, el más tenso y expresivo de todos.

### **3a: mayor (2 tonos) o menor (tono y medio)**

El intervalo entre el dominante (5°) y la sensible (7°) de una escala mayor se denomina Tercera Mayor. (Sol – Si). El intervalo entre el segundo grado y el subdominante (4°) de una escala mayor es denominado Tercera Menor. (Re - Fa)

### **4ta justa (2 tonos y medio) / 4ta aumentada (tritono)**

### **5ta justa (3 tonos y medio) / 5ta disminuida (tritono) / 5ta aumentada (4 tonos)**

### **6ta menor (4 tonos) / 6ta mayor (4 tonos y medio)**

Las inversiones de sextas son terceras, la inversión de la sexta mayor es la tercera Menor y el de la sexta menor es la tercera Mayor.

### **7a menor (5 tonos) / 7a mayor (5 tonos y medio)**

Las inversiones de segundas son séptimas, la inversión de la segunda mayor es la Séptima Menor y el de la segunda menor es la Séptima Mayor.

La séptima menor se encuentra en la escala mayor entre el dominante y el subdominante (ascendente Sol - Fa), mientras que la séptima mayor es el intervalo entre la tónica y la sensible también de manera ascendente (Do - Si)

### **8a justa (6 tonos)**

## **Cuarta aumentada (tritono) y quinta disminuida**

**Cuarta Aumentada (Tritono):** intervalo entre el subdominante y la sensible de una escala mayor. Contiene tres tonos enteros, en Do mayor (Fa – Si).

**Quinta Disminuida:** inversión de la cuarta aumentada. Intervalo entre la sensible y el subdominante superior, Do mayor (Si – Fa).

Ambos miden 6 semitonos y suenan igual en el piano (enarmonía), pero son intervalos distintos en escritura y función armónica. Ambos carecen de estabilidad y tienden a resolver en intervalos más estables.

**Los intervalos que exceden una octava** toman por nombre los ordinales novena, décima, oncenava, etc... aunque no son más que repeticiones de los intervalos comprendidos en la octava. Así: novena = segunda, décima = tercera, oncenava = cuarta, etc...

## **2.5 Escalas**

Se denomina **escala** a una serie de notas que siguen un orden natural de los sonidos y respetan un determinado patrón de tonos y semitonos entre ellas.

## **Escala Mayor**

Para construir una escala mayor debemos tomar el orden natural de las notas y construir tomando como ejemplo la escala mayor natural de Do (sin ninguna alteración) y repetir el patrón de tonos y semitonos presente.

**Patrón: Tono – Tono – Semitono – Tono – Tono – Tono – Semitono.**

### **Construyamos la escala mayor de La:**

Primero organizamos la escala con el orden natural de los sonidos hasta llegar a la repetición de la nota inicial (en este caso el La)

**La – Si – Do – Re – Mi – Fa – Sol – La**

Luego replicaremos el patrón de intervalos presentes en la escala mayor natural de Do (teclas blancas del piano) e iremos ajustando las notas que no cumplan este patrón alterándolas para que repitan exactamente la misma distancia.

En la escala de La encontraremos que la distancia entre la nota Si y la nota Do hay solo un semitono y para poder cumplir con el patrón correcto de una escala mayor natural entre estas dos notas debe haber una distancia de un tono por lo que en este caso alteramos la nota Do ascendiéndola un semitono y renombrándola como Do# (sostenido). Lo mismo tendremos que hacer con las notas Fa y Sol hasta que todas las notas de la escala respeten el patrón de tono y semitono.

#### **Escala de La mayor de La:**

La – Si – Do# – Re – Mi – Fa# – Sol# – La

Se alteran Do, Fa y Sol para respetar el patrón T–T–S–T–T–T–S.

### **¿Cuándo utilizar los sostenidos y cuando los bemoles?**

Para evitar la repetición de un mismo nombre para las diferentes notas de una escala utilizaremos como regla general que si la alteración que realizamos es para ascender la nota se nombra con un sostenido (#) y en el caso de alterarla descendiendo se la nombra con un bemol (b). Siempre debemos tener en cuenta que la escala final que formemos tenga todos los sonidos en el orden natural sin que falte o se repita ninguno.

**Sostenidos vs. bemoles:** Si la alteración asciende la nota → sostenido (#). Si la desciende → bemol (b). La escala no debe repetir ni saltar nombres de notas.

## Escala Menor

La escala menor surge a partir de utilizar el VI grado de una tonalidad mayor como centro tonal, lo que las hace relativas entre sí (usan las mismas notas, pero con distinto centro tonal).

Existe en tres formas de la escala menor:

**Menor natural o antigua:** sin alteraciones adicionales. Patrón: T – S – T – T – S – T – T.

**Menor Armónica:** el VII grado se asciende un semitono (sensible tonal). Patrón: T – S – T – T – S – (T+S) – S. Aparece el también el intervalo de 2ª aumentada entre VI y VII.

**Menor Melódica:** se ascienden el VI y el VII al subir; al bajar se usan las notas de la escala menor antigua. Patrón ascendente: T – S – T – T – T – T – S.

\*\*\* La escala menor Bachiana mantiene la forma melódica tanto al subir como al bajar.

Proceso de construcción: encontrar la relativa mayor de la nota fundamental (3ª mayor ascendente = 2 tonos). De allí se extraen las notas, y se aplican las alteraciones según la variante deseada.

Variante	Patrón	Característica
<b>Natural / antigua</b>	T – S – T – T – S – T – T	Sin alteraciones adicionales
<b>Armónica</b>	T – S – T – T – S – (T+S) – S	VII grado ascendido. Aparece intervalo de 2ª aumentada entre VI y VII.
<b>Melódica</b>	Asc: T–S–T–T–T–T–S / Desc: natural	VI y VII ascendidos al subir. La Bachiana mantiene la forma melódica en ambas direcciones.

## 2.6 Modos Griegos

Los siete modos griegos surgen de iniciar la escala mayor desde cada uno de sus grados, usando siempre las mismas notas pero con distinto centro tonal. Cada modo tiene un color propio dado por su patrón de tonos y semitonos.

La composición modal toma uno de estos modos como centro tonal y construye la armonía desde su campo armónico, sin depender necesariamente de cadencias dominante–tónica. Esto habilita una sonoridad más abierta y estática que la música tonal.

Modo	Patrón	Color emocional
1 – Jónico	T T S T T T S	= Escala mayor natural
2 – Dórico	T S T T T S T	Menor con 6ª mayor — oscuro pero con luz.
3 – Frigio	S T T T S T T	Menor con 2ª menor — exótico, amenazante.
4 – Lidio	T T T S T T S	Mayor con 4ª aumentada — etéreo, flotante.
5 – Mixolidio	T T S T T S T	Mayor con 7ª menor — rock, blues, folk.
6 – Eólico	T S T T S T T	= Escala menor natural
7 – Locrio	S T T S T T T	Menor con 2ª menor y 5ª disminuida

## MÓDULO 3: RITMO Y LECTURA MUSICAL

### 3.1 El Compás

El pentagrama está dividido en unidades de igual duración (número de pulsaciones / tiempos) denominadas **compases**. Cada compás está delimitado por dos barras verticales. En todos los DAWs este sistema organiza la estructura de las obras.

### 3.2 Duración de los Sonidos

Una nota queda definida por tres elementos:

- 1 – Figura
- 2 – Fórmula de compás
- 3 – BPM o metrónomo (tempo).

Figura	Duración (tiempos)	Valor numérico
Redonda	4 tiempos	1
Blanca	2 tiempos	2
Negra	1 tiempo	4
Corchea	½ tiempo	8

<b>Semicorchea</b>	$\frac{1}{4}$ de tiempo	16
<b>Fusa</b>	$\frac{1}{8}$ de tiempo	32

**Fórmula de compás:** Dos números sin barra.

— Número superior = cantidad de tiempos por compás

— Número inferior = figura que vale un tiempo

Simple (subdivisión binaria):  $2/4 \cdot 3/2 \cdot 3/8 \cdot 4/4$

Compuestos (subdivisión ternaria):  $6/8 \cdot 9/8 \cdot 12/8$  (unidad de tiempo = figura con puntillo)

**Puntillo:** Punto al lado derecho de la figura que le agrega la mitad de su valor. Negra con puntillo = 3 corcheas. Blanca con puntillo = 3 negras.

### 3.3 Acentuación de Compás

La acentuación interna del compás nos determina que grado tienen las diferentes figuras según su posición dentro del compás así como también en su propia división en figuras de menor duración.

La acentuación varía según el número de tiempos:

**Compás de 2 tiempos (binario):** 1º fuerte – 2º débil

**Compás de 3 tiempos (ternario):** 1º fuerte – 2º débil – 3º débil

**Compás de 4 tiempos:** 1º fuerte – 2º débil – 3º semifuerte – 4º débil

Todos los demás tipos de compases surgen de la combinación de estos anteriores.

Este tipo de marcación se toma también como regla general para la acentuación interna al dividir figuras más grandes en otras más pequeñas:

Ej. con las corcheas: al dividir una figura negra en dos corcheas la primera será de acentuación fuerte y la segunda débil así como también al dividirla de manera ternaria su acentuación funcionará de la misma manera que en los compases siendo la primera fuerte y las dos siguientes de acentuación débil.

# MÓDULO 4: ARMONÍA

## 4.1 Acordes: Tríadas

Se denomina **acorde** a un grupo de notas tocadas simultáneamente (puede tener 3, 4, 5, 6, 7 o más notas). Las **tríadas** son acordes de tres notas construidos a intervalos de terceras desde una nota «raíz» o tónica.

Tipo	Construcción	Cifrado americano
Mayor	3ª mayor (2 T) + 5ª justa (3½ T)	C (solo letra)
Menor	3ª menor (1½ T) + 5ª justa	Cm
Aumentada	3ª mayor + 5ª aumentada (4 T)	Caug / C+ / C#5
Disminuida	3ª menor + 5ª disminuida	Cdim / C°

**Cifrado americano:** Do=C · Re=D · Mi=E · Fa=F · Sol=G · La=A · Si=B

### Inversión de la Tríada

Asta ahora vimos los acordes en su posición fundamental, lo que significa que el acorde lo construimos desde su nota tónica y le agregamos de manera ascendente su tercera y su quinta pero podríamos tranquilamente alterar el orden de dichas notas manteniendo el acorde como tal.

**Posición fundamental:** La nota más grave es la tónica seguida de su tercera y quinta (1-3-5).

**Primera inversión:** La nota más grave es la 3ª seguida de la quinta y la tónica en la octava superior (3-5-1).

**Segunda inversión:** La nota más grave es la 5ª seguida de la tónica y tercera en la octava superior (5-1-3).

En cifrado americano se coloca una barra seguido de la nota que se encuentra en el bajo por ejemplo:

Am/E = La menor en 2ª inversión (bajo en la 5ª del acorde de La menor).

G/B = Sol mayor en 1ª inversión (bajo en la 3ª).

## 4.2 Acordes con Séptima

Los acordes de séptima extienden la tríada agregando una nota más la cual es la séptima del acorde por su distancia con la nota fundamental.

Se construyen apilando terceras desde la fundamental ( $1^a - 3^a - 5^a - 7^a$ ) y puede ser:

**Mayor** - a 1 semitono debajo de la octava en **acordes mayores**.

**Menor** - a 1 tono debajo de la octava en acordes **menores y en el V grado/dominante**.

**Disminuida** - a 1 tono y medio debajo de la octava en **acordes disminuidos**.

## 4.3 Campo Armónico de la Escala Mayor

Los **acordes diatónicos** son los acordes construidos sobre cada grado de la escala mayor usando exclusivamente las notas de esa escala. Al conjunto de estos siete acordes se los llama **campo armónico**.

### Campo armónico de Do mayor:

- I - Do mayor (Do - Mi - Sol - Si)
- II - Re menor (Re - Fa - La - Do)
- III - Mi menor (Mi - Sol - Si - Re)
- IV - Fa mayor (Fa - La - Do - Mi)
- V - Sol mayor (Sol - Si - Re - Fa)
- VI - La menor (La - Do - Mi - Sol)
- VII - Si disminuido (Si - Re - Fa - La)

Grados	Tipo
I / IV / V	Mayores ( $3^a$ mayor, $5^a$ justa; $7^a$ mayor en I/IV, $7^a$ menor en V)
II / III / VI	Menores ( $3^a$ menor, $5^a$ justa, $7^a$ menor)
VII	Disminuido ( $3^a$ menor, $5^a$ disminuida, $7^a$ menor)

Cada uno de los acordes dentro del campo armónico tiene su propia sonoridad y transmiten distintas sensaciones las cuales podríamos describir de la siguiente manera: Estabilidad, semi-tensión, tensión. Cada una de estas sensaciones o impresiones sonoras se las denomina **FUNCIÓN ARMÓNICA**.

## 4.4 Funciones Armónicas

**Tónica (I, III, VI):** estabilidad, reposo, resolución.

**Subdominante (II, IV):** semitensión, puede ir hacia la tónica o aumentar la tensión hacia el dominante.

**Dominante (V, VII):** tensión, inestabilidad, empuje hacia la tónica de la escala.

Una aclaración importante es que la música está compuesta de manera que la facultad perceptiva no puede dudar sobre dónde deben caer los acentos métricos: proporciones de duración rítmica (regularidad), curvas de las líneas melódicas y la distribución de funciones armónicas sirven de guía. Esto implica que las funciones armónicas operan siempre en interacción con el ritmo y la melodía, no son independientes.

## 4.5 Cadencias

Se llama **cadencia** al movimiento armónico en que una función dominante o subdominante resuelve en un acorde de función tónica.

Existen tres tipos de cadencias:

**Cadencias auténticas:** Dominante: V-I / Subdominante: IV-I / Compuesta: IV-V-I

**Cadencias rotas:** resuelven en un sustituto del 1er grado tónica. Ej. V-III / V-VI

**Cadencias con sustitución:** reemplazo de V por VII (Dominante) o IV por II (Subdominante). Ej. II-V-I (compuesta con sustitución)

## 4.6 Ritmo Armónico

Se denomina **ritmo armónico** a las diferentes posibilidades de colocación de los acordes dentro de los tiempos del compás y sus movimientos entre funciones armónicas. En una estructura de cuatro compases: 1º fuerte (tónica/subdominante), 2º débil, 3º semifuerte, 4º débil.

## 4.7 Acordes con Séptima en el Campo Armónico Menor

El campo armónico menor es más complejo porque se compone de tres escalas (antigua, armónica y melódica). Los acordes diatónicos de cada escala se nombran con cifrado en números romanos y se describen sus intervalos con abreviaturas:

Escala	Campo armónico
Menor natural	I <sup>m</sup> 7 – II <sup>m</sup> 7(b5) – bIII <sup>maj</sup> 7 – IV <sup>m</sup> 7 – V <sup>m</sup> 7 – bVI <sup>maj</sup> 7 – bVII7
Menor armónica	I <sup>m</sup> (maj7) – II <sup>m</sup> 7(b5) – bIII <sup>+</sup> (maj7) – IV <sup>m</sup> 7 – V7 – bVI <sup>maj</sup> 7 – VII <sup>dism</sup>

#### Menor melódica

Im(maj7) – IIm7 – bIII+(maj7) – IV7 – V7 – VIIm7(b5) – VIIIm7(b5)

### 4.8 Acorde X7sus4

Formado por fundamental + 4ª justa + 5ª justa + 7ª menor (y opcionalmente 9ª mayor). Al carecer de tercera, no define si es mayor o menor, generando ambigüedad. El movimiento más natural es la resolución X7sus4 → X7 (la 4ª resuelve a la 3ª mayor). También se usa como sustituto de función dominante/subdominante cuando se busca una sonoridad suspendida.

### 4.9 Cadencias en Tonalidad Menor

**Auténticas:** V7 – Im / IVm7 – Im / IVm7 – V – Im

**Rotas:** V7 – bIIImaj7 / IVm7 – bIIImaj7

**Con sustitución:** VIIdism – Im / IIm7(b5) – Im / bVIImaj7 – Im / bVII7 – Im / IIm7(b5) – V7 – Im

### 4.10 Contorno Melódico

Se llama **contorno melódico** a la forma que describe la línea imaginaria trazada uniendo las notas de una melodía. Los movimientos **ascendentes** generan tensión; los **descendentes** transmiten calma o resolución; los **ondulantes** alternan ambos. Es un elemento fundamental para construir una narrativa emocional en la melodía.

### 4.11 Forma Musical

La **forma musical** es la organización temporal de los materiales sonoros en una obra. Se construye mediante tres principios: repetición (reutilización del material), variación (modificación parcial del material manteniendo elementos reconocibles) y contraste (cambio completo). La forma no es un molde externo sino la estructura emergente de la interacción entre ritmo, melodía y armonía a lo largo del tiempo. Solo puede apreciarse en su totalidad una vez que la obra ha concluido.

En la música popular predominan dos ideas principales (A y B) combinadas de diversas maneras:

1: A A B A

2: A B A B

3: A A B A A

(y sus repeticiones completas o parciales)

La duración, repetición, cantidad de ideas/motivos o la característica principal de su constitución (pueden ser desde ideas melódicas, rítmicas, armónicas, texturas, silencios, etc...) varía según el estilo musical y la identidad del compositor.

Lo mas usual es encontrar estas ideas agrupadas de a 4; 8; 16 compases.

La forma es un elemento muy importante a tener en cuenta a la hora de la composición y arreglo de los temas. El productor/arreglador utiliza la forma para equilibrar los distintos momentos del tema de manera de evitar la monotonía y capturar la atención del escucha introduciendo cambios (rítmicos, melódicos, armónicos, tímbricos, etc.) para generar sorpresa e interés.

También como norma general la parte B (estribillo) es mas “fuerte” o emotiva que la parte A (estrofa) y debe sentirse una evolución o desarrollo desde una hacia otra.

### **Otros elementos de la forma:**

<b>Sección</b>	<b>Función</b>
<b>Introducción</b>	Preparación o presentación del tema principal, en general es un momento breve, menos complejo que la parte que continuara y sirve para establecer el clima de la composición permitiendo introducirnos en el paisaje sonoro previo a la presentación del motivo principal. Cabe aclarar que muchos temas populares inician directamente con una variación la parte B ya que están pensados para capturar la atención del escucha con el motivo principal del tema desde un inicio. También encontramos composiciones donde la introducción no comparte elementos con ninguna de las partes siguientes funcionando principalmente por contraste
<b>Intermezzo (puente)</b>	Es un momento que generalmente aparece luego de la primer presentación de la forma, puede ser la repetición de alguna de las partes o una parte nueva, su función principal es la de dar respiro entre la primera exposición y la segunda de la forma del tema.
<b>Final (outro)</b>	Es el final de la obra, si bien hay muchos ejemplos de temas que terminan sobre el primer acorde la la ultima parte ejecutada también hay muchos que utilizan este final para hacer un desarrollo mas elaborado sobre final.

# MÓDULO 5: MELODÍA

## 5.1 ¿Qué es una melodía?

La melodía es una sucesión de sonidos organizados en el tiempo que el oído percibe como una unidad con sentido. No es una lista de notas: es una idea con dirección, tensión y resolución. Es la manifestación más inmediata de la musicalidad humana (anterior a la armonía y al ritmo en términos evolutivos) y por eso el vehículo de expresión más directo entre compositor y oyente.

Las tres propiedades que definen toda melodía:

1. **Contorno** — la forma de la línea (sube, baja, ondula).
2. **Ritmo interno** — la distribución de duraciones dentro de la frase.
3. **Centro tonal** — la nota de gravedad alrededor de la cual orbitan las demás.

En la música popular, la melodía puede estar en la voz, en un sintetizador lead, en un riff de guitarra o en un hook de cuatro notas que define todo el track. El principio es siempre el mismo: una idea que va hacia algún lado.

### 5.1.1 Frase y motivo

El motivo es la **célula mínima** de una melodía: 2 a 5 notas con un perfil rítmico e interválico reconocible. **La frase es la idea completa**, generalmente de 4 u 8 compases, construida a partir de uno o varios motivos. **El período reúne dos frases**: una que «pregunta» (antecedente, termina en tensión) y una que «responde» (consecuente, resuelve).

El motivo debe ser lo suficientemente simple para ser reconocido de inmediato y lo suficientemente flexible para ser transformado. En música electrónica esto equivale al hook: el fragmento de 1–4 compases que define un track y que el oyente recordará al salir del loop.

**Principio clave:** El motivo más efectivo no es el más largo ni el más complejo. Es el más

característico. ¿Cuántas notas necesita el oyente para reconocer la melodía de «Satisfaction» de los Rolling Stones (3 notas); la 5ª Sinfonía de Beethoven (4 notas) o el intro de «Levels» de Avicii (5 notas)?. Menos es más.

## 5.2 Breve repaso histórico: cómo llegamos a la melodía contemporánea

El recorrido no es lineal pero sí coherente. Cada época resuelve el mismo problema de forma diferente: cómo organizar una línea de notas para que transmita algo.

### Barroco (Bach, Handel, Vivaldi) — 1600–1750

La melodía es **contrapuntística**: varias líneas independientes se entrelazan. Los motivos son cortos y se desarrollan por secuencia (repetición del mismo patrón a distinto grado). Recurso clave: la secuencia armónica como motor de la melodía. Traducción actual: los arpegiadores y secuenciadores de Ableton replican exactamente esta lógica.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>J.S. Bach — Preludio en Do (Clave B.T.)</b>	Barroco — secuencia / arpegio	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Daft Punk — Instant Crush</b>	Pop — secuencia armónica pop	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### Clásico (Mozart, Haydn) — 1750–1820

La melodía se vuelve **vocal, simétrica y periódica**. Frases de 4+4 compases, pregunta-respuesta. El appoggiatura (nota de apoyo que cae en tiempo fuerte que crea tensión antes de resolver) es el recurso expresivo por excelencia. Traducción actual: toda la estructura de verso + estribillo de la música pop (4 compases de tensión, 4 de resolución) viene de aquí.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Joseph Haydn — Symphony No. 94 'Surprise'</b>	Periodicidad regular, appoggiaturas	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Mozart — Eine kleine Nachtmusik</b>	Frases de 4+4 pregunta respuesta	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Adele — Someone Like You</b>	Frases 4+4 pregunta respuesta. Melodía simétrica	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### Romántico (Beethoven, Chopin, Brahms) — 1820–1900

La melodía se expande, se vuelve asimétrica y cargada de expresión. Aparece el crescendo melódico: la melodía sube hacia un clímax y luego desciende. Beethoven introduce la variación dramática del motivo. Traducción actual: el buildup y el drop de la música electrónica son estructuralmente idénticos al crescendo romántico.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Beethoven — Sonata Claro de Luna</b>	Romántico — tensión / clímax	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Martin Garrix — Animals (drop)</b>	EDM — buildup y drop	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### Siglo XX y música popular — 1900–presente

El blues aporta el uso expresivo de la pentatónica y las notas de aproximación. El jazz desarrolla la improvisación melódica sobre acordes. El rock consolida el riff como forma de motivo. La electrónica introduce la melodía generativa, el vocodering y la síntesis como color melódico. El hip hop y el reggaetón construyen melodías sobre loops y samples, con la voz como instrumento que se mueve entre el ritmo y la altura definida.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Miles Davis — So What</b>	Jazz — melodía modal	<a href="#">Ver en YouTube</a>

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Led Zeppelin — Kashmir (riff)</b>	Rock — riff como melodía	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Kendrick Lamar — HUMBLE.</b>	Hip Hop — melodía / flow	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Bad Bunny — Callaita</b>	Reggaetón — melodía vocal	<a href="#">Ver en YouTube</a>

## 5.3 Principios técnicos de construcción melódica

Una melodía bien construida es una que tiene dirección clara, usa la tensión interválica de forma consciente, y resuelve en un punto de reposo justificado. Esos tres principios son universales — aplican igual a una sinfonía que a un track de Pop, EDM o reggaetón.

### 5.3.1 Tensión y reposo interválico.

Podemos clasificar a los intervalos por grado de tensión (de menor a mayor): octava justa → quinta justa → cuarta justa → terceras y sextas → segundas y séptimas → tritono. Esto no es subjetivo: es el resultado de la relación entre los armónicos de cada par de notas (Módulo 1.6).

#### Aplicación directa:

- Los intervalos de tercera y sexta son consonantes y estables: ideales para el núcleo de una melodía pop o de un hook que debe sentirse «familiar».
- Los intervalos de segunda y séptima crean tensión: úsalos para notas de paso, appoggiaturas o en el pico de la frase antes de resolver.
- El tritono es el intervalo más tenso: usado intencionalmente crea inestabilidad característica del blues, el metal y la música electrónica disonante.

En una melodía pop o de EDM; construir el hook principal con movimientos de tercera o cuarta (intervalos estables) y guardar el salto de séptima o el tritono para el momento de mayor tensión antes del drop o del estribillo. Es exactamente lo que hace el chorus de «Blinding Lights» de The Weeknd.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>The Weeknd — Blinding Lights</b>	Pop/Synth — intervalos en el hook	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Jimi Hendrix — Purple Haze (intro)</b>	Rock — tritono como motivo	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Beethoven — Sinfonía N°9, Oda a la Alegría</b>	Clásico — movimiento por grados	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### 5.3.2 Contorno melódico y narrativa emocional

El contorno es la forma visual de la melodía: la línea imaginaria que une las notas. Una melodía expresiva necesita un balance entre movimiento ascendente y descendente, con un punto de máxima altura (clímax) bien ubicado y una resolución coherente.

Tipos de contorno y su efecto emocional:

**Ascendente (escalada):** tensión progresiva, emoción en aumento, euforia. Típico de los buildup y de los estribillos que suben de clave. Ejemplo: el chorus de «Don't Stop Me Now» de Queen sube constantemente hacia el agudo.

**Descendente (caída):** resolución, calma, melancolía, intimidad. Los versos lentos de baladas pop tienden hacia el grave. Ejemplo: el verso de «Someone Like You» de Adele desciende hacia la nota más baja.

**Ondulante (arco):** balance, naturalidad conversacional, sensación de flujo. Es el contorno más usado en melodías extensas. El verso de «Shape of You» de Ed Sheeran es casi completamente ondulante.

**Estático (riff/ostinato):** hipnótico, repetitivo, groove. Característico del techno, el hip hop instrumental y el reggaetón. «Around the World» de Daft Punk es un ostinato de dos notas durante 7 minutos.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
Queen — Don't Stop Me Now	Rock/Pop — contorno ascendente	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Adele — Someone Like You	Pop — contorno descendente	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Ed Sheeran — Shape of You	Pop — contorno ondulante	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### 5.3.3 El clímax melódico

Toda frase o sección musical tiene un **punto de máxima tensión** al que lo llama clímax. Este punto no tiene que ser la nota más alta, aunque frecuentemente lo es. Este es el momento donde convergen la mayor **tensión interválica**, la mayor **intensidad rítmica** y el **pico del contorno melódico**.

### Principio de ubicación del clímax:

- No debe aparecer demasiado pronto (la melodía pierde hacia dónde ir) ni demasiado tarde (no hay tiempo para resolver).
- La proporción áurea sugiere que el punto de máxima tensión funciona mejor en torno al 60 / 70% del recorrido total de la frase.
- En un verso de 8 compases: el clímax suele estar en el compás 5 o 6.
- En un track de 4 minutos: el clímax suele estar en el minuto 2:30–3:00.

Mapeá el clímax antes de escribir la melodía completa. Decidí cuál es la nota más alta (o más tensa) que va a tener tu hook, ubícala en el momento correcto y construí desde y hacia ella. Es el mismo método que usa Hans Zimmer para componer música para cine.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
Hans Zimmer — Time (Inception)	Cinematográfico — clímax gradual	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Billie Eilish — bad guy	Pop — anti-clímax intencional	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Nine Inch Nails — Hurt	Rock — clímax tardío y catártico	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### 5.3.4 Ritmo interno de la melodía

Es importante hacer una distinción entre ritmo del compás (la grilla métrica) del ritmo de la melodía (la distribución real de las notas dentro de esa grilla). Una melodía interesante no coincide siempre con los tiempos fuertes del compás sino que juega contra ellos.

#### Tres recursos rítmicos fundamentales:

**Síncopa:** la nota cae en el tiempo débil y se sostiene sobre el fuerte. Crea tensión rítmica y sensación de groove. Es el mecanismo central del funk, el hip hop, el reggaetón y prácticamente toda la música popular bailable. La voz de Michael Jackson en «Billie Jean» es un claro ejemplo de síncopa.

**Polimetría / cross-rhythm:** la melodía sugiere un compás diferente al de la base rítmica. En 4/4, una melodía que se repite cada 3 tiempos crea una tensión polimétrica que se resuelve cada 12 tiempos. Usado extensamente en afrobeat, en la música de Radiohead y en el trap moderno.

**Nota larga + notas cortas (contraste de valores):** una nota sostenida seguida de una ráfaga de notas cortas crea un efecto de anticipación y explosión. Es el recurso básico del buildup vocal en el pop electrónico.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
Michael Jackson — Billie Jean	Pop/Funk — síncopa vocal	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Radiohead — Everything In Its Right Place	Rock — polimetría	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Future — Mask Off	Trap — melodía sobre flute loop	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### 5.3.5 Notas de paso, notas de adorno y cromatismo

Se llama de esta manera a las notas que "no pertenecen" a la escala pero que conectan, adornan o tensionan la melodía. Sin ellas la melodía es predecible y aburrida, en cambio usadas en exceso se puede volver caótica y poco clara.

**Nota de paso:** conecta dos notas del acorde por grado conjunto. Puede ser diatónica (pertenece a la escala) o cromática (no pertenece a la escala).

**Bordadura (neighbour note):** sale de una nota por semitono o tono y regresa. Crea un movimiento de oscilación estable.

**Appoggiatura:** nota de tensión que cae en tiempo fuerte y resuelve por grado descendente. Es el recurso melódico más emocional de la música tonal. Crea una sensación de «suspiro» o «lamento» que el oído percibe como profundamente expresivo.

**Escape:** nota que se aleja por salto del acorde y resuelve por grado en dirección contraria o viceversa, se mueve por grado conjunto (segunda) y luego resolver con un salto a una nota del acorde. Esto siempre en un tiempo o fracción de tiempo débil.

**Anticipación:** nota que pertenece al acorde siguiente y aparece antes de que ese acorde llegue.

La **appoggiatura** es el recurso número uno de la melodía pop contemporánea. Está en casi todos los hooks de Adele, Billie Eilish y The Weeknd. Es una nota que «duele un

poco» antes de resolver.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
Adele — Rolling in the Deep	Pop/Soul — appoggiatura vocal	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Billie Eilish — when the party's over	Pop — notas de adorno y escape	<a href="#">Ver en YouTube</a>
Miles Davis — Kind of Blue (So What)	Jazz — cromatismo expresivo	<a href="#">Ver en YouTube</a>

## 5.4 Relación de la melodía con la armonía y el ritmo

### 5.4.1 Melodía o armonía: ¿quién manda?

En la música tonal clásica, la armonía sostiene y justifica la melodía. En la música popular contemporánea la relación se invierte frecuentemente: la melodía define la armonía, y los productores construyen los acordes debajo de una línea melódica que ya funciona. Ambas lógicas son válidas; lo importante es entender las herramientas y posibilidades de cada una.

#### Tres relaciones posibles entre melodía y acorde:

Relación melodía–acorde	Efecto
<b>Nota de acorde</b>	Pertenece al acorde. Máxima estabilidad. Ancla la armonía.
<b>Nota de tensión</b>	Extensión del acorde (7 <sup>a</sup> , 9 <sup>a</sup> , 11 <sup>a</sup> , 13 <sup>a</sup> ). Añade color sin romper el marco armónico.
<b>Nota extraña / disonancia</b>	Choca con el acorde. El oyente espera la resolución. Motor expresivo más poderoso.

Cuando una melodía suena plana o predecible, probá mover la nota principal del hook a un semitono de tensión con respecto al acorde (una 7ª mayor sobre un acorde mayor, por ejemplo). El oído va a querer escuchar qué pasa después.

## 5.4.2 Escala y modo como paleta emocional

La escala que usás para construir la melodía determina el color emocional de base. Esto es el resultado de las relaciones interválicas entre los grados de la escala y la tónica.

Escala / Modo	Color emocional	Géneros típicos
<b>Mayor (Jónico)</b>	Luminoso, estable, optimista	Pop mainstream, dance, anthems
<b>Menor natural (Eólico)</b>	Oscuro, melancólico, dramático	Rock, metal, trap, reggaetón
<b>Dórico</b>	Oscuro pero con luz	Funk, soul, rock progresivo
<b>Frigio</b>	Oscuro, exótico, amenazante	Metal extremo, flamenco, árabe
<b>Lidio</b>	Etéreo, flotante, maravilloso	Bandas sonoras, ambient, cinematográfico
<b>Mixolidio</b>	Mayor sin resolución final	Rock, blues, folk
<b>Pentatónica menor</b>	Universal, directa	Blues, rock, hip hop, pop

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Deep Purple — Smoke on the Water</b>	Rock — Dórico	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Metallica — Enter Sandman</b>	Metal — Frigio	<a href="#">Ver en YouTube</a>

Obra / Canción	Estilo	Enlace
Joe Satriani — Flying in a Blue Dream	Rock instrumental — Lidio	<a href="#">Ver en YouTube</a>
B.B. King — The Thrill Is Gone	Blues — Pentatónica menor	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### 5.4.3 Melodía y ritmo: el groove como decisión melódica

El ritmo melódico es una parte inseparable de la melodía: una misma secuencia de notas con ritmo diferente es, en la práctica, una melodía diferente. En la música popular esto es especialmente claro: el flow de un rapero, el fraseo de un cantante de reggaetón o la posición exacta de las notas en la grilla de un sintetizador son decisiones rítmicas que definen el carácter de la melodía.

#### Dos parámetros críticos:

**Posición de ataque (on-beat vs. off-beat):** una melodía que ataca en el tiempo 1 suena afirmativa y directa. Una que ataca en el «aire» del 4 suena anticipada y urgente.

**Duración de las notas:** notas cortas crean urgencia y rapidez; notas largas crean espacio y peso emocional. El contraste entre ambas dentro de una misma frase crea interés rítmico.

## 5.5 Guía paso a paso para construir una melodía

Este proceso funciona para cualquier estilo. Los pasos son iterativos, no lineales — podés volver a cualquier punto.

### PASO 1 — Definí la emoción y el estilo antes de tocar una nota

Antes de empezar respondé tres preguntas:

#### **¿Qué emoción específica quiero transmitir?**

No es pensar en simplemente algo “triste” sino emociones que tengan mas aristas y complejidades — ¿nostalgia? ¿angustia? ¿resignación? ¿abandono?

#### **¿Cuál es la función de esta melodía en el track?**

hook principal / verso / puente / melodía de fondo

## **¿Cuál es el punto de máxima tensión (clímax) que voy a construir?**

Estas respuestas determinan escala, contorno, ritmo y longitud de frase. Si no podés responderlas, la melodía no va a tener dirección — no importa qué notas uses.

## **PASO 2 — Elegí la escala y la nota tónica**

Con base en la emoción definida, elegí la escala (ver sección 5.4.2). Si buscás oscuridad y groove: menor natural o pentatónica menor. Si buscás algo etéreo y flotante: Lidio. Si buscás tensión y exotismo: Frigio.

## **PASO 3 — Construí el motivo central (2–5 notas).**

Tu motivo es el ADN de la melodía. Todo lo que venga después va a ser transformación de este fragmento. Criterios para un buen motivo:

- Tiene un perfil rítmico reconocible (no todas las notas iguales en duración).
- Tiene al menos un intervalo con carácter (no solo grados conjuntos).
- Es cantable: si no podés tararearlo fácilmente, probablemente no sea memorable.
- Tiene entre 2 y 8 notas. Más de 8 notas empieza a ser una frase, no un motivo.

## **PASO 4 — Definí el contorno y el clímax**

Dibujá (literalmente, en papel o en pantalla) la forma de tu melodía antes de programarla. ¿Va a subir? ¿Bajar? ¿Tener un arco? ¿Dónde está el punto más alto?

### **Reglas prácticas:**

- En una frase de 8 compases, el clímax suele estar en los compases 5–6.
- No uses la nota más alta dos veces — pierde impacto.
- Después del clímax, la melodía debe tener espacio para respirar y resolver.
- Si el clímax está en el tiempo 3 del compás 5, la nota más tensa tiene que estar en un tiempo fuerte o en una síncopa deliberada.

## **PASO 5 — Construí la frase completa por transformación del motivo**

Una melodía bien construida no tiene ideas nuevas constantemente. Tiene una idea central que se transforma. Los recursos de transformación son:

**Repetición literal:** el motivo vuelve igual. Establece identidad.

**Secuencia:** el motivo se repite a distinto grado de la escala (arriba o abajo). Es el motor de la música barroca y de los arpegiadores de síntesis.

**Inversión:** el contorno se espeja: lo que subía ahora baja, y viceversa.

**Aumentación / Disminución:** el motivo varia en valores más largos (sensación de peso) o en más cortos (urgencia).

**Fragmentación:** se toma solo una parte del motivo (las primeras 2 notas por ej.) y se desarrolla desde ahí.

**Variación interválica:** el ritmo se mantiene, las alturas cambian. O al revés: las alturas se mantienen, el ritmo cambia.

## **PASO 6 — Construí la relación antecedente-consecuente (pregunta-respuesta)**

Una frase completa necesita tensión y resolución. La primera mitad (antecedente) termina en una nota inestable o en la dominante. La segunda mitad (consecuente) termina en la tónica o en un punto de reposo.

Cómo lograrlo:

— El antecedente termina en la 5ª del acorde, en la 7ª, o en la 2ª/4ª (notas de tensión).

— El consecuente termina en la tónica, la 3ª o la 5ª del acorde tónico (notas de reposo).

— Podés usar el mismo motivo en antecedente y consecuente, cambiando solo la última nota (técnica de variante de cierre).

## **PASO 7 — Ajustá el ritmo interno y el groove**

Con la melodía construida en el piano roll, ajustá:

**Velocidad (velocity) de cada nota:** las notas en tiempos fuertes o en el clímax deben tener velocity más alta. Las notas de paso y de adorno una velocity baja.

**Humanización:** mové algunas notas ligeramente fuera de la grilla (5–20 ms). Las notas vocales y de instrumentos de viento naturalmente caen un poco tarde; los pianistas de jazz suelen anticipar levemente el beat.

**Duración real:** ajustá el largo de cada nota. Una nota corta seguida de silencio crea staccato y urgencia. Una nota que se superpone ligeramente con la siguiente crea legato y fluidez.

## **PASO 8 — Poné la melodía en contexto armónico y rítmico**

Una melodía que funciona sola puede no funcionar sobre un acorde específico. Y una que suena mal sola puede volverse poderosa con el acorde correcto. Probá:

— La melodía sobre el acorde original.

— La melodía sobre el acorde relativo menor (si está en Do mayor, probá La menor).

— La melodía sobre un acorde de dominante (tensión máxima).

— Cambiar una nota del acorde pero no de la melodía (o al revés) para crear tensión intencional.

¿Podés tararear la melodía mientras escuchás la base? Si tenés que pensar mucho para lograrlo es probable que tenga demasiada información o el ritmo interno sea demasiado irregular.

## **PASO 9 — Escribí la respuesta, el puente y las variaciones**

Una melodía completa en música popular necesita al menos:

- La melodía principal (A) con antecedente y consecuente.
- Una variación de A para el segundo verso (misma estructura, diferente detalle).
- Una melodía de contraste (B) para el estribillo o el puente — diferente contorno, diferente registro, diferente densidad rítmica.

El contraste entre A y B debe ser lo suficientemente notorio para que el oyente sienta un cambio de sección. Los recursos más efectivos para lograrlo suelen ser:

- 1 – Cambio de registro (A grave, B aguda)
- 2 – Cambio de densidad (A pocas notas, B más movimiento)
- 3 – Cambio de ritmo (A sincopado, B en tiempos fuertes).

El contraste puede darse por uno o varios de estos recursos unidos.

## **5.6 Motivos y recursos más utilizados en música contemporánea**

### **5.6.1 El riff**

Un riff es un motivo de 1 - 4 compases que se repite como ostinato y define la identidad de un track o sección. Su origen es el blues y el jazz de los años 30. En la música electrónica, el riff puede ser un arpeggio de síntesis, una línea de bajo o un hook de sintetizador. Lo que lo define no es la complejidad sino la repetición con variación mínima.

<b>Obra / Canción</b>	<b>Estilo</b>	<b>Enlace</b>
<b>The Rolling Stones — Satisfaction</b>	Rock — riff de 3 notas	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Arctic Monkeys — R U Mine?</b>	Rock indie — riff angular	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Skrillex — Scary Monsters (synth lead)</b>	Dubstep — riff de síntesis	<a href="#">Ver en YouTube</a>

## 5.6.2 El hook

El hook es la parte más memorable de una canción — la que el oyente lleva con él. Puede ser la melodía del estribillo, un instrumental o incluso una línea de bajo. Las características de un hook efectivo: corto (2–8 notas), tiene un ritmo característico, usa un intervalo llamativo (un salto de cuarta o quinta, o una appoggiatura emocionalmente y cargada) y resuelve en la tónica o en la tercera.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Pharrell — Happy</b>	Pop/Funk — hook vocal simple	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Lady Gaga — Bad Romance</b>	Pop — hook de intro	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Calvin Harris — Summer</b>	EDM — hook de sintetizador	<a href="#">Ver en YouTube</a>

## 5.6.3 La secuencia

El motivo se repite a diferente altura dentro de la escala (secuencia diatónica) o exactamente al mismo intervalo sin respetar la escala (secuencia real / cromática). Las secuencias descendentes tienden a sonar melancólicas. Las ascendentes, urgentes o épicas.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Pachelbel — Canon en Re (bajo)</b>	Barroco — secuencia descendente	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Coldplay — The Scientist</b>	Pop — secuencia descendente	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Deadmau5 — Strobe</b>	Progressive House — secuencia sintetizador	<a href="#">Ver en YouTube</a>

## 5.6.4 Pregunta respuesta (call and response)

Una frase melódica corta (pregunta) es respondida por otra frase de carácter diferente (respuesta). La pregunta suele ser más aguda y activa; la respuesta más grave y estable, o viceversa. Es el principio del blues y el gospel, y está en la base de la mayoría de los diálogos vocales del pop y el R&B.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Aretha Franklin — Respect</b>	Soul — call and response vocal	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Travis Scott — SICKO MODE</b>	Trap — call and response entre secciones	<a href="#">Ver en YouTube</a>

### 5.6.5 El ostinato

Una figura melódica o rítmica que se repite sin variación durante un período extendido de tiempo. Crea hipnosis, groove y sensación de inevitabilidad. Es el mecanismo central de la música techno, el minimalismo americano (Steve Reich, Philip Glass) y el reggaetón.

Obra / Canción	Estilo	Enlace
<b>Philip Glass — Metamorphosis Two</b>	Minimalismo — ostinato	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>Charlotte de Witte - Vidmahe</b>	Techno — ostinato	<a href="#">Ver en YouTube</a>
<b>J Balvin — Mi Gente</b>	Reggaetón — melodía ostinato	<a href="#">Ver en YouTube</a>

## 5.7 Síntesis del módulo

La melodía no es decoración sobre los acordes, es la forma más directa en que un compositor comunica una emoción específica a un oyente específico. Los principios que hemos visto funcionan en la composición clásica desde hace un siglo igual que al día de hoy en un track de reggaetón porque responden a cómo funciona el sistema auditivo humano, no solo a convenciones culturales.

**Tensión interválica** — cada nota tiene un grado de tensión con respecto al acorde. Usala de forma consciente, no al azar.

**Dirección y clímax** — toda melodía va hacia algún lugar. Definí hacia donde va antes de empezar a escribirla.

**Transformación del motivo** — una sola idea bien elegida, transformada con coherencia, construye melodías completas y memorables.

# MÓDULO 6: SEÑALES, DIGITALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO

## 6.1 Señales

Todos los equipos, dispositivos y sistemas trabajan con **señales**: magnitudes variables que transmiten información. En los sistemas de sonido, la señal es la forma de onda del sonido. La señal original llega al **transductor** (micrófono), que la convierte en señal eléctrica (cambios de voltaje) análoga a la forma de onda original.

### Transductor

Dispositivo que convierte energía acústica en eléctrica o viceversa. Transforma ondas sonoras en señales eléctricas análogas para su procesamiento, o señales eléctricas en ondas sonoras para su emisión.

Un **sistema** es el resultado de interconectar un conjunto de dispositivos.

Ejemplo: Micrófono → Preamplificador → Ecualizador → Amplificador de potencia → Altavoz.

### Ruido

Existen tres clases de ruidos que podemos encontrar en una fuente sonora:

Tipo de ruido	Descripción
Acústico	Ruido ambiente formado por múltiples fuentes superpuestas
Eléctrico	Originado en los fenómenos físicos dentro de los circuitos
De cuantización	La señal no es representada fielmente en la digitalización. Propio de los sistemas digitales.

## 6.2 Digitalización

Es el proceso de transformar una señal analógica (continua) en digital (ceros y unos) para ser procesada y almacenada. Se toman muestras a intervalos regulares (proceso de muestreo) mediante un convertor analógico-digital (ADC).

**Señal analógica:** continua, varía constantemente en el tiempo.

**Señal digital:** discreta, representada como serie de números.

### Frecuencia de Muestreo (Sample Rate)

Cantidad de muestras por segundo. A mayor frecuencia de muestreo, mayor fidelidad a la señal original.

### **Profundidad de Bits (Bit Rate)**

Cantidad de valores disponibles para representar la amplitud de cada muestra. A mayor profundidad, mayor fidelidad.

### **Teorema de Nyquist**

Para una correcta digitalización, la frecuencia de muestreo debe ser al menos el doble de la frecuencia más alta presente en la señal. Si no se cumple, ocurre el fenómeno conocido como **aliasing**: distorsión digital por representación incorrecta de la señal.

**Fórmula:** Frecuencia reflejada = Frec. de muestreo – Frec. Original.

Ejemplo: Una señal de 30 kHz con muestreo de 44,1 kHz → frecuencia reflejada de 14,1 kHz. (ruido de digitalización)

## **6.3 Decibeles**

Los **decibeles (dB)** son una escala logarítmica para comparar valores de presión sonora o intensidad de señal. Siempre se expresan en relación a una referencia, no son un valor absoluto.

Existen dos expresiones en decibeles según la magnitud de referencia:

(1) **Nivel de Presión Sonora** (NPS o SPL):  $NPS = 20 \times \log_{10} (P/Pref)$ , donde Pref = 20  $\mu$ Pa (umbral de audición).

(2) **Nivel de Intensidad Sonora** (NI):  $NI = 10 \times \log_{10} (I/I_0)$ , donde  $I_0$  es la intensidad en el umbral de audición.

En la práctica del sonido y la producción musical, la fórmula más usada es la del NPS (factor 20). Ambas escalas producen el mismo resultado numérico (en dB) para el mismo estímulo sonoro, ya que  $I$  es proporcional a  $P^2$ .

**Valor pico:** Amplitud máxima presente en la señal.

**Valor RMS:** Promedio del valor pico. La diferencia entre ambos es el **rango dinámico**.

**Medición en LUFS:** Adapta el espectro al promedio de frecuencias para mayor fidelidad a la percepción auditiva humana.

## **6.4 Relación Señal-Ruido / Rango Dinámico**

Es la diferencia en dB entre la señal útil y el ruido de fondo. Cuanto mayor la diferencia, mejor la calidad.

Cálculo por profundidad de bits (multiplicar bits  $\times$  6):

8 bits = 48 dB / 16 bits = 96 dB / 32 bits = 192 dB

## 6.5 Señales Balanceadas

Una señal balanceada es una señal que envía dos copias de la señal original: una en fase y otra invertida (más un cable de tierra). Al llegar al destino, la segunda señal invertida se reinvierte y la suma de ambas cancela el ruido captado en ambos cables. El uso de señal balanceada aumenta el volumen de la señal aproximadamente **6 dB** respecto a una señal no balanceada.

# MÓDULO 7: EFECTOS Y PROCESAMIENTO DE SEÑAL

## 7.1 Efectos: Concepto y Clasificación

Los efectos son procesos que modifican una señal de sonido para alterar sus características.

**En serie:** procesan la totalidad de la señal (insert).

**En paralelo:** parte de la señal se procesa y se mezcla con la señal original (send/return).

Dry: señal limpia. Wet: señal procesada.

**Efectos en serie:** Ecualizador de bandas / Ecualizador paramétrico / Compresor / Compuerta / Expansor / Limitador / Vibrato / Wah-wah

**Efectos en paralelo:** Retardo (Delay) / Reflexiones tempranas / Reverberación / Ambiencia / Coro (Chorus) / Flanger / Phaser / Trémolo / Distorsión / Resaltadores (enhancers) / Excitadores (exciters)/ Desplazador de altura

## 7.2 Efectos de Retardo

**Retardo (Delay):** graba el sonido digitalmente y lo reproduce un tiempo después.

**Eco (Echo):** repetición del sonido por retardo entre onda directa y reflejada (> 100 ms). A diferencia del delay, la señal original y la reflejada aparecen simultáneamente; se atenúa la reflejada y se agrega ecualización para simular superficies.

**Reverberación (Reverb):** simula un espacio de reflexión complejo mediante múltiples retardos con distintos parámetros.

**Compensación de retardo:** en entornos grandes (cines, estadios) se introduce un retardo calculado a amplificadores alejados para evitar el efecto peine (comb filter).

**Fórmula:** retardo (ms) = distancia (m) ÷ 344 m/s.

## 7.3 Filtros

Son procesadores que modifican el espectro de una señal.

Tipo	Función
<b>Pasabajos (Low Pass)</b>	Deja pasar frecuencias por debajo de la frecuencia de corte (-3 dB en el punto de corte)

<b>Pasaaltos (High Pass)</b>	Deja pasar frecuencias por encima de la frecuencia de corte (-3 dB en el punto de corte)
<b>Paso banda (Band Pass)</b>	Permite el paso de un rango específico de frecuencias
<b>Notch</b>	Atenúa un rango específico; deja pasar el resto
<b>Filtro peine (Comb)</b>	se produce al combinar dos señales idénticas con un leve desfase. Crea interferencia constructiva y destructiva en distintas frecuencias, generando un patrón en el espectro que se asemeja a los dientes de un peine. interferencia constructiva y destructiva.

## 7.4 Compresores y Limitadores

Son procesadores que modifican el **rango dinámico** de la señal (diferencia en dB entre el punto más bajo y el más alto). Funcionan con un amplificador controlado (VCA).

El detector de nivel verifica si la señal supera un **umbral (threshold)**. Si no lo supera, el VCA mantiene ganancia 1:1 (no modifica).

Si la señal lo supera, reduce la ganancia según la **relación de compresión**:

Ratio	Comportamiento
2:1	Pasan la mitad de los dB sobre el umbral
4:1	Pasa un cuarto de la señal original
8:1	Pasa un octavo de la señal original
$\infty$ :1	Limitador — no pasa nada de la señal por encima del umbral

### Controles clave:

**Attack** — Determina que tan rápido comenzará a actuar el compresor una vez la señal supere el umbral

**Release** — tiempo para que la ganancia vuelva a la normalidad sin reducción.

**Limitador:** compresor extremo con radio  $\infty$ :1. Todo nivel que supere el umbral se reduce al valor exacto del umbral.

**Knee:** Determina que característica tendrá la transición entre la señal comprimida y la no comprimida. En una compresión con knee Hard la transición será mas dura y directa, en cambio en un knee soft será mas suave y natural.

**Cadena lateral (Side Chain):** permite que la compresión de una señal sea controlada por otra señal. Útil para crear espacio entre instrumentos simultáneos.

## 7.5 Compuertas y Expansores

La **compuerta de ruido** (noise gate) solo permite el paso de la señal si está por encima de un umbral. Por debajo, la señal se considera ruido y no pasa.

Existe un problema llamado **histéresis** (apertura y cierre repetido que genera ruido) se resuelve con dos umbrales: uno de apertura (mayor) y uno de cierre (menor).

La compuerta se activara cuando la señal supere el umbral mayor y dejará de actuar cuando la señal quede por debajo del segundo umbral menor

**El expensor** aumenta el rango dinámico de señales por debajo de un umbral según una relación de expansión (ej. 1:3 → la señal triplica su rango dinámico).

## 7.6 Efectos de Modulación

La modulación es la modificación de parámetros de una señal a través de un oscilador de baja frecuencia (LFO) generalmente un entre 0 y 20 Hz.

**Trémolo:** el LFO actúa sobre el volumen (depth = profundidad del efecto, rate = velocidad del LFO).

**Vibrato:** el LFO actúa sobre la frecuencia (oscilación periódica del pitch).

**Chorus:** duplica la señal con un leve retardo y la copia oscila sutilmente (vibrato + señal original).

**Flanger:** dos vibratos a contrafase, solo tiene una señal wet.

**Phaser:** filtro paso banda estrecho que varía la fase y la frecuencia central, generando cancelaciones parciales al mezclarse con la señal original.

**Wah-wah:** LFO que modula la frecuencia de corte de un filtro pasabajos.

Q = frecuencia central

depth = rango de variación

rate = velocidad.

**Distorsión:** saturación de la señal hasta recortar los picos, convirtiendo la onda senoidal en más cuadrada. Tipos: Overdrive (saturación suave, cálida) / Fuzz (recorte extremo) / Saturación (añade armónicos de forma controlada).

**Exciter:** crea y añade armónicos a la señal original mediante distorsión controlada.

**Pitch Shifter:** modifica la altura sin cambiar la duración. Subdivide la señal en fragmentos; para bajar la altura, las muestras se leen más lento y se elimina información sobrante; para subir, se leen más rápido y se rellena la información faltante.

## MÓDULO 8: MICRÓFONOS

### 8.1 Tipos de Micrófonos

**Dinámicos:** el movimiento del diafragma se produce por variación del campo magnético (voltaje). Más robustos, pero con respuesta de frecuencia menos pareja (especialmente por encima de 10 kHz).

**Condensador (Condenser):** formados por dos placas con electricidad; el cambio de distancia entre ellas varía el voltaje. Cápsula grande: mejor respuesta de graves. Cápsula pequeña (lápicos): mejor respuesta en medios y agudos.

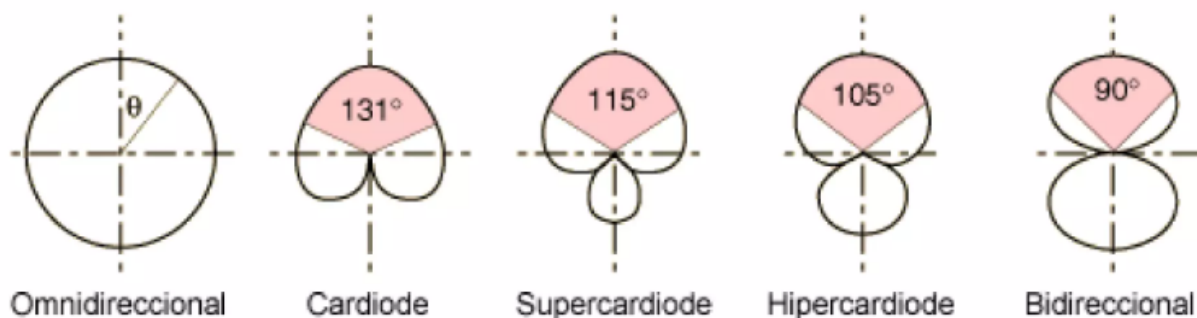
### 8.2 Patrones Polares o Direccionales

**Cardioide:** patrón en forma de corazón. Capta principalmente frente, reduce captación lateral y trasera.

**Hipercardioides / Supercardioides / Shotgun:** mayor direccionalidad frontal; captan algo desde la parte trasera. El shotgun tiene captación frontal muy estrecha y se usa en cine y televisión. A mayor longitud del tubo, más ajustado el patrón polar.

**Bidireccionales (figura 8):** captan igual de frente y atrás; bloquean laterales. Producen captación realista del ambiente.

**Omnidireccionales:** captan desde todas las direcciones en esfera perfecta.



# MÓDULO 9: SÍNTESIS DE SONIDO

## 9.1 Concepto de Síntesis

Es el proceso de crear señales de audio de forma artificial utilizando componentes electrónicos o algoritmos digitales. Un **oscilador** es el componente básico: produce una forma de onda periódica y repetitiva a una frecuencia específica.

## 9.2 Parámetros Generales de Síntesis

Parámetro	Descripción
<b>Forma de onda</b>	Senoidal (pura, sin armónicos) / triangular (suave, pocos armónicos) / sierra (rica en armónicos, ideal para cuerdas y bajos) / cuadrada (armónicos impares, similar al clarinete).
<b>Frecuencia/Tono (Pitch):</b>	altura del sonido. Ajustable en octavas, semitonos y cents.
<b>Amplitud:</b>	intensidad de la señal.
<b>Fase</b>	punto de inicio de la forma de onda.
<b>Detune</b>	ajuste fino de afinación, útil para crear efectos de coro entre múltiples osciladores.
<b>Ancho de pulso (PW)</b>	exclusivo de la onda cuadrada; determina la proporción de tiempo en nivel alto vs. nivel bajo.
<b>PWM</b>	Variación dinámica del ancho de pulso para crear cambios tímbricos.
<b>Oscillator Sync</b>	Sincroniza un oscilador esclavo con el maestro; cuando el maestro completa un ciclo, fuerza al esclavo a reiniciar.

## 9.3 Generadores de Envolventes (ADSR)

Controla la amplitud del oscilador en el tiempo. Intenta imitar la envolvente de los instrumentos acústicos.

**Ataque (attack):** cómo crece la amplitud al inicio del tono.

**Decaimiento (Decay):** cómo baja la amplitud desde el máximo hasta el Sustain.

**Sostenimiento (Sustain):** nivel estable mientras la nota está activa.

Liberación (Release): cómo decae la amplitud hasta cero al soltar la nota.



FIGURE 4.9 ADSR envelope.

## 9.4 Síntesis por Tabla de Onda

Genera audio a partir de un oscilador cuya forma de onda está almacenada en una tabla en memoria (valores precalculados). La tabla tiene **N entradas** y mapea cada entrada con valores de fase.

- El valor de **amplitud** de cada muestra en la salida se obtiene de multiplicar la fase por la amplitud usada como parámetro de entrada.
- La **frecuencia de salida (fo)** se ajusta, cambiando el valor de incremento en el índice de la tabla. (**SI - Sampling increment**) Donde **fs** es la **tasa de muestreo**. Es la frecuencia en la que se lee un valor de la tabla.

$$SI = N * fo/fs$$

- Si **SI** no es entero, usa algún método de redondeo/truncamiento o interpolación (produce alguna distorsión o ruido en la salida)

## 9.5 Síntesis Aditiva

Suma de tonos simples para generar un sonido compuesto. A diferencia de la síntesis por tabla de onda, puede generar sonidos con espectros **inarmónicos**. Con suficientes osciladores, puede generarse virtualmente cualquier sonido.

## 9.6 Síntesis Sustractiva

Parte de formas de onda ricas en armónicos (sierra, cuadrada) y utiliza filtros para atenuar ciertas frecuencias, esculpiendo el timbre.

## 9.7 Síntesis por Modulación de Amplitud (AM)

Un oscilador **modulador** controla la amplitud de un oscilador **portador**. Al multiplicar ambas señales se generan **bandas laterales**: nuevas frecuencias de suma y diferencia ( $f_c \pm f_m$ ).

Si ambas señales son sinusoidales se generan tres componentes espectrales. La frecuencia central (la portadora) y dos bandas laterales ( $f_c \pm f_m$ ).



FIGURE 4.14 Spectrum of the AM signal produced by the instrument of figure 4.13.

**Modulación en anillo (Ring Modulation / DBM):** variante de AM sin amplitud de portadora. Elimina la frecuencia central; solo se producen las bandas laterales. Resultado: sonidos metálicos y abstractos.

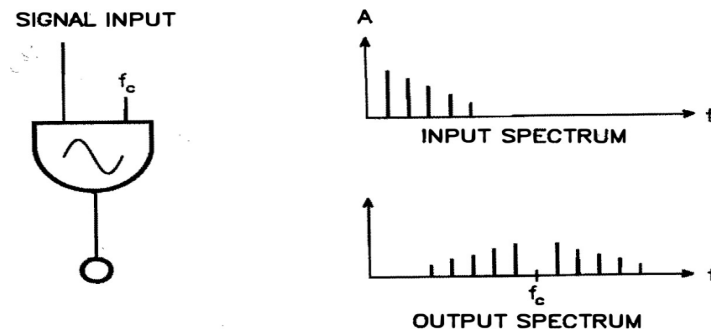


FIGURE 4.16 Alteration of the spectrum of a signal by ring modulation.

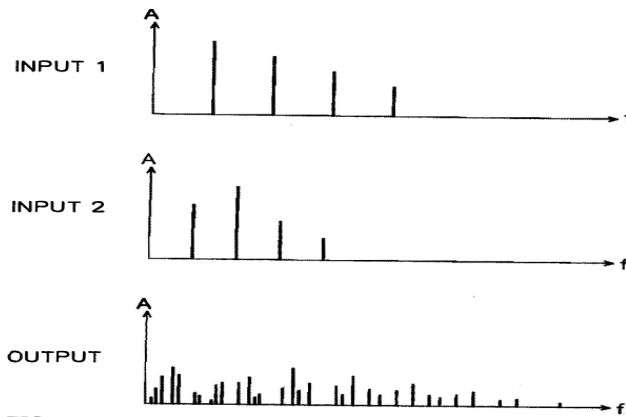


FIGURE 4.18 Ring modulation of two signals to produce a dense spectrum.

## 9.8 Síntesis por Modulación en Frecuencia (FM)

La señal moduladora altera la frecuencia del oscilador portador. Con moduladora  $< 10$  Hz: efecto vibrato. Con moduladora  $> 20$  Hz: espectro rico de componentes.

Genera varias bandas laterales en:  $f_c \pm k \times f_m$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ ).

El índice de modulación  $I = d / f_m$  determina cómo se distribuye la energía entre componentes.

Las amplitudes de cada banda se obtienen mediante las funciones de Bessel.

Aproximación:  $k = \text{round}(I) + 1 \rightarrow$  produce  $1 + 2k$  bandas significativas.

**Ejemplo:** portadora 400 Hz, moduladora 50 Hz  $\rightarrow$  Bandas: 400 / 450 / 350 / 500 / 300 / 550 / 250 Hz...

## 9.9 Síntesis Granular

Ensambla sonidos a partir de «granos» (ráfagas de energía sonar de 5 a 50 ms), demasiado cortos para ser percibidos musicalmente por sí solos. Se necesita un gran número de granos para producir un sonido. No se diseña la posición de cada grano sino las reglas de generación. Se usa un generador de envolvente por grano para evitar clicks audibles.

## 9.10 Síntesis por Modelado Físico

Simula un instrumento a partir de un modelo matemático. Permite cambiar parámetros físicos del instrumento para obtener variaciones realistas del sonido.

# MÓDULO 10: MIDI

## 10.1 Concepto de MIDI

MIDI (Musical Instruments Digital Interface) es un protocolo de comunicación que dicta el tipo de mensaje digital (sin audio) que usan los instrumentos digitales. Fue desarrollado para estandarizar el funcionamiento y la interconectividad de los diversos dispositivos.

Utiliza **bytes** de **ESTADO** (determinan una acción) y de **DATOS** (complementan al estado).

**Byte de Estado:** empieza con el dígito 1. Solo uno por mensaje.

**Byte de Datos:** empieza con el dígito 0. Un mensaje puede contener uno o dos.

## 10.2 Mensajes de Canal

Mensaje	Código	Descripción
Note Off	1000XXXX	Tecla soltada. DB1 = nota, DB2 = velocidad de liberación.
Note On	1001XXXX	Tecla presionada. DB1 = nota, DB2 = velocidad.
Control Change	1011XXXX	Controles de expresión, rueda de modulación, volumen, sustain, etc.
Program Change	1100XXXX	Cambio de programa/sonido. 128 programas posibles.
Pitch Bend	1110XXXX	Dos bytes de datos para mayor precisión (16.384 estados posibles).

## 10.3 Mensajes de Sistema

**Mensajes de sistema común:** MTC (sincronización de tiempo) / Song Position Pointer / Song Select / Tune Request / EOX.

**Mensajes en tiempo real:** Timing Clock (24 veces por negra) / Start / Continue / Stop / Active Sensing / System Reset.

**Mensajes SysEx (System Exclusive):** datos específicos de fabricante, iniciados con F0h y terminados en F7h. Permiten transferir parámetros complejos no contemplados en el estándar MIDI.

# GLOSARIO OPERATIVO DE ABLETON LIVE

## 01 — Interfaz y vistas principales

Término	Definición
<b>Arrangement View</b>	Vista lineal donde organizás la canción en el tiempo.
<b>Session View</b>	Vista basada en clips para improvisación y performance en vivo. No es lineal.
<b>Clip</b>	Unidad básica de audio o MIDI que contiene información musical reproducible.
<b>Scene</b>	Fila horizontal de clips que se disparan simultáneamente (sesión).
<b>Track</b>	Canal donde cargás instrumentos, audio o efectos (Audio / MIDI / Return / Master).
<b>Browser</b>	Panel lateral para buscar samples, plugins, instrumentos y presets.

## 02 — Transporte y control global

Término	Definición
<b>Tempo (BPM)</b>	Velocidad del proyecto.
<b>Time Signature</b>	Fórmula de compás (ej: 4/4).
<b>Metronome</b>	Click de referencia rítmica.
<b>Global Quantization</b>	Determina cuándo se disparan los clips respecto al tempo.

### 03 — Clips y edición

Término	Definición
<b>Warping</b>	Sincroniza audio al tempo del proyecto.
<b>Warp Markers</b>	Puntos que ajustan el tiempo del audio.
<b>Quantization</b>	Ajuste automático de notas al grid.
<b>Loop</b>	Repetición automática de un segmento.

### 04 — MIDI y programación

Término	Definición
<b>Piano Roll</b>	Visualización de las notas del piano como notas MIDI.
<b>Velocity</b>	Intensidad de la nota.
<b>Arpeggiator, chord</b>	Modifican datos MIDI antes del sonido.
<b>Scale (efecto MIDI)</b>	Cuantiza las notas a una escala específica.

### 05 — Audio y sampleo

Término	Definición
<b>Sampler / Simplr</b>	Instrumentos para reproducir samples.
<b>Resampling</b>	Grabar el audio que ya está sonando dentro de Live.
<b>Slice to MIDI</b>	Divide audio en partes y lo asigna a pads MIDI.

## 06 — Mezcla y ruteo

Término	Definición
<b>Send / Return Track</b>	Envío a canal compartido para efectos globales (ej: reverb global).
<b>Routing</b>	Dirección de señal de audio/MIDI.
<b>Sidechain</b>	Compresión activada por otra señal.
<b>Gain Staging</b>	Control de niveles para evitar saturación.
<b>Headroom</b>	Espacio dinámico entre la señal y la saturación indeseada.
<b>Clipping</b>	Distorsión por exceso de volumen.

## 07 — Automatización, racks y exportación

Término	Definición
<b>Automation</b>	Cambios automáticos de parámetros en el tiempo.
<b>Automation Lane</b>	Curva donde editás esos cambios.
<b>Instrument / Effect Rack</b>	Agrupar instrumentos o efectos en cadenas paralelas.
<b>Macro Controls</b>	Perillas asignables a múltiples parámetros simultáneamente.
<b>Freeze / Flatten</b>	Congela la pista como audio (ahorra CPU). Flatten la convierte en audio editable.
<b>Render / Export</b>	Convierte el proyecto en archivo de audio.
<b>Buffer Size / Latencia</b>	Afecta el retraso entre procesamiento de entrada y salida.

## **Bibliografía:**

Paul Hindemith - Adiestramiento elemental para músicos.

Paul Hindemith - Armonía tradicional.

Massmann & Ferrer - Instrumentos musicales, artesanía y ciencia.

Miyara, Federico - acústica y sistemas de sonido.

Nuñez, Adolfo - Informática y electrónica musical.

Lamberti, Daniel - Lenguaje musical I; II; II; IV y V.

## CONTACTO:

[fusaroleonardo2025@gmail.com](mailto:fusaroleonardo2025@gmail.com)

Web: [leofusaro.com.ar](http://leofusaro.com.ar)

IG. @leofusaro85

YTB @leofusaro