



# Reproducción MP3

LA TECNOLOGÍA ACTUAL HA CONSEGUIDO COMPRIMIR EL SONIDO DESECHANDO LOS COMPONENTES FRECUENCIALES QUE EL OÍDO HUMANO ES INCAPAZ DE APRECIAR, Y ELLO HA DADO COMO RESULTADO EL *BOOM* DEL MP3. LA POPULARIDAD DE ESTE FORMATO HA IDO EN AUMENTO DESDE EL AÑO 1997 GRACIAS, ESPECIALMENTE, A INTERNET.



Se podría situar la introducción popular de la música digital con la aparición del disco compacto. Los avances tecnológicos en el procesado de señales digitales y la tecnología láser hicieron posible que, en 1979, Philips y Sony presentaran la propuesta definitiva de dicho formato, cuya comercialización masiva se produjo a mediados de la década de los 80.

Actualmente, inmersos de lleno en la era de Internet, el tráfico de información digital de todo tipo ha hecho que las tecnologías de compresión de datos, cuyo objetivo es crear archivos con un tamaño lo más pequeño posible (reduciendo el ancho de banda) sean imprescindibles.

El sistema MP3 es un esquema de codificación que debe su éxito a la asombrosa capacidad de compresión sin pérdida aparente de calidad, superando un ratio de 10:1 (los CD-ROMs tradicionales pueden almacenar hasta 12 horas de audio de alta calidad), con la posibilidad de ser producido y escuchado desde cualquier PC.

La tabla de la página siguiente ilustra las diferencias de tamaño de una grabación de cuatro minutos (la du-



*La reproducción MP3 ha llegado a todo tipo de aparatos, como estos teléfonos móviles.*

ración típica de una canción), desde un CD de audio hasta MP3 de distintas calidades o *bitrates*. Como puede observarse, a partir de 190 kb/s la calidad ya es equiparable a la de un CD; y en la peor, 16 kb/s, la calidad sería parecida a la de una transmisión de onda corta (*short wave*), lo que podría ser suficiente para la inteligibilidad de un discurso hablado.

## ¿CÓMO SE COMPRIME?

### EL EFECTO DE ENMASCARAMIENTO

El oído humano es capaz de enviar información sonora al cerebro para las vibraciones del aire entre el rango de frecuencias comprendido entre 20 Hz y 20 kHz; pero cuenta con algunas limitaciones, que se estudian principalmente en dos ramas de la acústica todavía con muchas incógnitas por descubrir: la acústica fisiológica y la psicoacústica (ésta estudia cómo el cerebro procesa e interpreta dicha información sonora, como por ejemplo su localización en el espacio). El fenómeno que aprovecha el MP3 es el llamado efecto de enmascaramiento, por el cual en un sonido complejo (con riqueza de información en muchas frecuencias a la vez), no todos los componentes tienen la misma importancia, ya que los más fuertes "enmascaran" a otros más débiles de frecuencias similares: por ejemplo, en presencia de un intenso ruido de tráfico de coches pueden presentarse dificultades para entender correctamente lo que dice una

## ¿SABÍA QUÉ?

El CD contiene información de audio estéreo a una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz y formato PCM. La tasa de transferencia o *bitrate* (a mayor *bitrate* mayor calidad, pero también menos compresión) necesaria para leer este formato se obtiene multiplicando 44,1 kHz x 16 bits x 2 canales; lo que da como resultado 1.411,2 kilobits por segundo. En realidad, los CDs de audio contienen el triple de información (solamente la tercera parte de la información del CD es señal de audio, siendo las dos restantes una serie de códigos que permiten la detección y corrección de hipotéticos errores durante el proceso de lectura, así como otro tipo de datos de control). En cualquier caso, el formato PCM (en Windows, WAV como estándar), aún proporcionando la mayor calidad posible, es poco viable para su transmisión en los sistemas de conexión a Internet actuales.



## HARDWARE REPRODUCCIÓN MP3

### DIFERENCIAS DE TAMAÑO DE UNA GRABACIÓN SEGÚN SU CALIDAD

BITRATE (KB/S)	FORMATO	CALIDAD	KB/MIN	TAMAÑO MB (4 MIN.)	COMPRESIÓN
1.411,2	WAV	CALIDAD CD	10.584	42,34 MB	
192	MP3	EQUIPARABLE CD	1.440	5,76 MB	7:1
160	MP3	PRÓXIMA CD	1.200	4,80 MB	9:1
128	MP3	EXCELENTE	960	3,84 MB	11:1
112	MP3	BUENA	840	3,36 MB	13:1
96	MP3	ACEPTABLE	720	2,88 MB	15:1
64	MP3	CALIDAD FM	480	1,92 MB	22:1
32	MP3	CALIDAD AM	240	0,96 MB	44:1
16	MP3	CALIDAD SW	120	0,48 MB	88:1

NOTA: RECUERDE QUE: 1 KB/S=1.000 BITS/S; 1 KB=1.000 BYTES; 1 MB (ESTÁNDAR DE TAMAÑO)=1.024 KBYTES.



voz masculina. En esas mismas condiciones, una voz femenina puede ser más inteligible, ya que su timbre más agudo no entrará en conflicto con el ruido “enmascarador”. En el terreno musical, que contiene la mayor riqueza de frecuencias que el oído humano es capaz de disfrutar, algunos componentes pasan inadvertidos para la persona aunque estén presentes, con lo que, a la hora de codificarlos en un formato digital se puede prescindir de ellos para reducir el tamaño del archivo resultante tras la codificación. Aparte de este enmascaramiento en frecuencia, existe también el denominado enmascaramiento temporal. Por extraño que parezca, un sonido puede ser enmascarado por otro que se produzca más tarde –preenmascaramiento– (aunque esto sólo ocurre para intervalos de tiempo mínimos: 30 milisegundos o inferiores).

### BANDAS CRÍTICAS DE FRECUENCIA

El científico Eberhard Zwicker descubrió que el oído humano responde de forma independiente a distintas “bandas críticas” de frecuencia (en total, unas 25) que abarcan todo el rango audible desde los 20 Hz hasta los 20 kHz. El enmascaramiento se produce sobre todo en sonidos con frecuencias adyacentes que pertenecen a la misma banda crítica, y tiene mayor poder enmascarador un sonido de ruido que una sola frecuencia pura. Las bandas críticas son mucho más estrechas en las frecuencias bajas, donde el oído recibe más información: el 75% de las bandas están por debajo de los 5 kHz.

Recientemente se han estudiado con gran precisión las vibraciones de la membrana basilar (estructura presente en la cóclea del oído interno) ante el sonido: ésta recoge las vibraciones que serán captadas por el nervio auditivo y su forma de actuar es equiparable a la de un filtro ecualizador. Se han realizado ensayos utilizando un cristal de cobalto radioactivo sobre esta membrana, y se han recogido en un ordenador las frecuencias de las radiaciones. Siguiendo este procedimiento ha sido posible interpretar los parámetros físicos de los movimientos de dicha membrana, lo que ha aclarado muchas incógnitas.

### JOINT ESTÉREO O ESTÉREO CONJUNTO

Es otro fenómeno psicoacústico aprovechado por el MP3. Para las frecuencias bajas, el oído no es capaz de localizar espacialmente la procedencia del sonido (de ahí que sea irrelevante la colocación de los altavoces de graves o *subwoofer*), por lo cual se pueden codificar como una señal monofónica sin que se perciba diferencia alguna. Además, en la música estéreo, a menudo el contenido en datos de los canales izquierdo y derecho presentan muchas similitudes, lo que permite eliminar la información redundante (codificando solamente las diferencias).

### CODIFICACIÓN SUB-BANDA

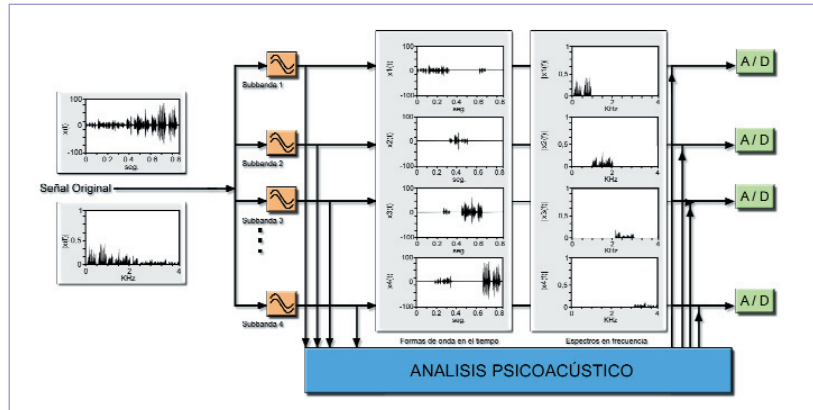
El formato MP3 proviene del esquema-3 del estándar MPEG-1 (*Motion Picture Experts Group*, equipo de expertos en imágenes en movimiento) para audio y vídeo. Éste utiliza la denominada codificación sub-banda o SBC (*sub-band coding*), cuya finalidad es limitar el tamaño (o ancho de banda) del archivo. Para ello, en cuanto al audio, se identificará y eliminará la parte de datos correspondiente a las frecuencias enmascaradas, lo que dará lugar a un resultado distinto en cuanto a información sonora (las ondas producidas por los altavoces no serán las mismas). Si se realiza de forma correcta, el oído humano no será capaz de percibir mucha diferencia. La señal fuente se divide en bandas de frecuencias que se corresponderán con las bandas críticas del modelo psicoacústico. En cada sub-banda se analiza la cantidad de señal que es posible eliminar, cuantizando (asignando el número de bits correspondiente) por separado: algunos componentes requerirán mayor resolución que otros. En definiti-



va, la codificación de los datos de audio se realiza teniendo en cuenta las limitaciones de la percepción, filtrando previamente lo que, en cualquier caso, iba a ser posteriormente filtrado por el cerebro. La decodificación es mucho más sencilla, ya que no hay que aplicar ningún modelo psicoacústico. Simplemente se analizan los datos y se recomponen las bandas y sus muestras correspondientes. La reproducción será fluida ya que, en un PC actual, el proceso no requiere de una carga muy intensiva de la CPU. Esta es la misión que llevan a cabo los reproductores de MP3 como **Winamp**, **Sonique**, etc.

### CREACIÓN DE ARCHIVOS MP3

Para pasar una canción desde CD a MP3 en primer lugar se requiere contar con un programa *ripper*, que se encargue de extraer digitalmente las pistas de audio a un archivo WAV del mismo formato, es decir 44,1 kHz estéreo (algunos de los programas más utilizados son **CD-Copy**, **WindAC**, **AudioGrabber**, **CDDA** o **CD-DA32**). Para que el proceso se pueda realizar sin problemas, la unidad de CD-ROM debe poseer el modo de lectura RAW. Las bases CDDB existentes en Internet serán aquí muy útiles para automatizar los títulos de las canciones al identificar el artista y canción del CD en cuestión. A continuación hay que normalizar correctamente el volumen de las canciones, un paso que, a menudo, omiten muchos usuarios y que en verdad resulta básico para conseguir la máxima calidad en el resultado final. Aunque existen varias maneras de hacerlo, la más común es según el nivel de pico o volumen del pasaje más alto en la grabación (*Peak level*): tras detectarlo, se subirá el volumen del WAV completo de modo que este pasaje sea del 100 % ó 0 dB (98 % es también una buena opción). Normalmente existe la opción de crear un nuevo WAV o sobrescribir el actual. Si el objetivo que se persigue es que todas las canciones suenen al mismo volumen, resulta más adecuado normalizar a través del nivel medio (*Average* o RMS), aunque son pocos los programas que incorporan esta función. Por último, deberá comprimirse la información desde WAV a MP3. Existen distintos codificadores (*encoders*) comerciales y gratui-



El gráfico muestra cómo se lleva a cabo el proceso de codificación en sub-bandas cuyo objetivo es reducir el tamaño del archivo resultante.

tos (los más utilizados son **Fraunhofer**, **LAME**, **Blade** y **Xing**). El *bitrate* (tasa de transferencia o bits por segundo, que define la calidad) más extendido es 128 kb/s; aunque si es más prioritaria la calidad que el tamaño resulta adecuado codificar a 192 kb/s. También existe la opción de codificar en formato VBR (*variable-bitrate*, introducido por la codificación Xing) que obtiene distintas tasas según el fragmento de audio, usando menos bits en periodos de silencio y más bits cuando sea necesario: la codificación es más lenta pero generalmente ofrece una mayor calidad que el tamaño equivalente en *bitrate* constante (CBR).

### ID-TAGS (ETIQUETAS)

Los ID-tags son campos de texto incluidos dentro de los archivos MP3 que contienen información referente al autor, título, tipo de música y algunos otros datos de interés. Puede automatizarse al codificar haciendo uso de las bases de datos CDDB, y gracias a ello resulta muy sencillo localizar una canción a través de la Red. El estándar son los Tags ID3, que consisten en 125 caracteres de información al final del archivo MP3. En los últimos tiempos ha visto la luz el nuevo formato Tags ID3 V2, con una estructura que puede contener todo tipo de datos, distribuidos en *frames*, siendo posible la incorporación de imágenes, el enlace a CDDB y páginas web, etc. Puede tener un tamaño máximo de 256 MB, a razón de 16 MB por *frame*. A diferencia del anterior, la información se ubica al inicio del archivo MP3.

### BASES CDDB

La detección del CD introducido en la unidad de CD-ROM funciona gracias a un ingenioso proyecto llamado CDDB (*Compact Disc DataBase*, base de datos de discos compactos). Gracias a él, el sistema del usuario (o cliente) calcula un código identificador del disco a partir de la información contenida en sus sectores TOC (*Table of Contents*, tabla de contenidos), que lista las posiciones de inicio y duración de los temas. Acto seguido se realiza una petición a la base de datos de un servidor CDDB a través de Internet, el cual retornará los resultados encontrados. Ahora el cliente podrá visualizar el nombre del artista, el título del álbum, las canciones e información adicional. Si el disco no está todavía incluido en la base de datos, es posible enviar la información; así es como se ha confeccionado este inmenso catálogo, gracias a la comunidad de internautas. Han aparecido también sistemas equivalentes alternativos, entre los que destaca *freedb*, surgido por iniciativa de algunos programadores de *software* disconformes con la actual política de licencias de CDDB.

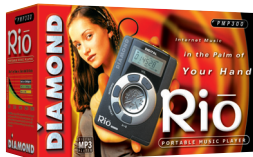


## HARDWARE REPRODUCCIÓN MP3

### UNA DECISIÓN IMPORTANTE

Las características más deseables para la elección de un programa de intercambio son el número de usuarios que forman la comunidad, para una mayor probabilidad de localizar el archivo deseado, y la comodidad de manejo de su interfaz.

Algunos de estos programas intentan instalar aplicaciones "espía" (*spyware*) o *ad-ware*, por lo que hay que tener una cierta precaución si el usuario desea proteger su privacidad.



El Rio fue el primer modelo de reproductor MP3 por hardware que salió a la venta.



Este modelo es capaz de mostrar los ID-Tags de la canción que se está reproduciendo en su visor de cristal líquido LCD.

CAMPOS DE UN TAG ID3	Nº DE CARACTERES (BYTES)
IDENTIFICADOR "TAG"	3
TÍTULO DE LA CANCIÓN	30
ARTISTA	30
ÁLBUM	30
AÑO	4
COMENTARIO	30
GÉNERO	1
TOTAL	3 + 125

### HARDWARE MP3

Los archivos MP3 no sólo pueden ser escuchados desde el PC. Su popularidad ha hecho que cada día aparezcan nuevos modelos de reproductores hardware, de diversos tipos y cada vez más avanzados y con mayores prestaciones.

Los reproductores MP3 portátiles, candidatos a reemplazar en poco tiempo a los populares *walkman* o *discman*, son pequeños y ligeros (algunos apenas ocupan unos pocos centímetros), se alimentan mediante las tradicionales pilas alcalinas (AA ó AAA) o bien mediante baterías recargables con adaptador AC y cuentan con una cierta memoria RAM que permitirá almacenar más o menos minutos de música (ésta puede ser ampliada mediante tarjetas de RAM, (normalmente, de 32 a 128 MB).

El modelo Rio PMP300, del Diamond, fue el primero en aparecer. Tiene un peso de 70 gramos, una capacidad de 32 MB de memoria RAM *flash* (para almacenar hasta una hora de música a 64 kb/s, o 30 minutos a 128 kb/s), conexión al PC mediante puerto paralelo y alimentación con 1 pila AA (lo que proporciona únicamente 12 horas de funcionamiento). Incorpora cuatro *presets* de ecualización y su capacidad puede ser ampliada mediante una tarjeta *Smart Media* de hasta 32 MB adicionales.

Otro modelo peculiar ha sido el Yepp de Samsung. Sus dimensiones son reducidísimas (6,5x9x2 cm), se alimenta con dos pilas AAA (más pequeñas) y presentó la importante evolución de incorporar un micrófono y un

codificador interno MP3. Aprovecha la memoria para otras funciones, como una agenda. La evolución en este campo es imparable. Los modelos NOMAD Jukebox de Creative utilizan un disco duro, en lugar de memoria RAM, en el que es posible almacenar hasta 20 GB de música digital (aproximadamente 10.000 canciones). La conexión con el PC se efectúa a través del puerto USB y la transferencia con el ordenador sube hasta 3,2 Mb/s. También puede entrarse el sonido directamente por la entrada de línea, haciendo uso del codificador interno, y goza de una flexibilidad total en cuanto a su salida para cualquier tipo de conexión (auriculares, altavoces, etc.).

Algunos modelos han incorporado receptores AM/FM, así como funciones de transferencia desde ordenadores portátiles, utilizando el puerto de infrarrojos. Valorando estos aparatos frente a los *walkman* tradicionales, un archivo MP3 puede ofrecer una calidad mucho mejor que una cinta de casete, aunque su desventaja principal es que no será posible cambiar la música tan fácilmente (no es tan sencillo como "cambiar la cinta"). Frente a los *discman* hay que apreciar que los reproductores MP3 portátiles "no saltan" ante un golpe brusco, así que pueden utilizarse sin problemas mientras el usuario realiza alguna actividad física. Por otro lado, algunos modelos incorporan funciones como el almacenamiento de todo tipo de archivos para transferir a otro PC a modo de disco duro portátil. También existen reproductores para el equipo de HI-FI, para el coche, etc.; o bien equipos electrónicos de todo tipo que incorporan ciertas funciones de reproducción de MP3 como añadido: desde teléfonos móviles, hasta incluso hornos microondas.



El Jukebox soporta otros formatos comprimidos además del MP3 (incluso formatos futuros, actualizando su firmware interno).



## LOS PROGRAMAS DE INTERCAMBIO

Desde la aparición del revolucionario y controvertido **Napster**, muchos son los programas que ofrecen actualmente el intercambio de archivos MP3 (y también de otros tipos) entre sus usuarios. La mayoría utilizan un sistema de comunicación denominado P2P (*peer to peer*, entre iguales) en el que el programa únicamente proporciona la plataforma para centralizar las búsquedas entre ordenadores situados en cualquier lugar de la Red.

**Napster (www.napster.com)**: Tras permanecer en el ojo del huracán y padecer el proceso judicial por parte de la RIAA (la Asociación Americana de la Industria Discográfica), **Napster** ha llegado a acuerdos con las partes demandantes y planea ofrecer un servicio bajo suscripción.

**AudioGalaxy (www.audiogalaxy.com)**: el sucesor natural de **Napster**, y la comunidad de *sharing* más activa en la actualidad: el tráfico de información supera a cualquier otro y, además, incorpora foros, grupos, es capaz de ordenar las canciones según su popularidad, etc.

**Kazaa**, **Morpheus**, **Grokster** son programas de la misma empresa, **FastTrack**, y su funcionamiento es similar entre ellos. Entre sus características destaca que permiten descargas simultáneas desde varios ordenadores, no sólo desde una única fuente, evitando colapsos y maximizando el ancho de banda del usuario que los está descargando.

## OTROS FORMATOS DE COMPRESIÓN

A pesar del predominio actual del MP3, están surgiendo alternativas propuestas por distintos fabricantes (algunas ya presentan avances significativos que tecnológicamente mejoran las posibilidades del MP3). Y es que este formato no es perfecto, sobre todo para *bitrates* inferiores a 192 kb/s (presenta defectos a altas frecuencias, por ejemplo cuando suenan platos de percusión).

**AAC**: Esta tecnología, desarrollada conjuntamente por **Franhoffer**, **AT&T**, **Sony** y los laboratorios **Dolby**, permite obtener archivos comprimidos de audio con una calidad muy alta, ocupando casi un 30% menos espacio que el MP3 (aunque requiere mayores recursos para su codificación). Esta tecnología se basa en el estándar **MPEG-2** y es compatible con el sistema **Dolby Digital 5.1**, para cinco altavoces. ([www.dolby.com](http://www.dolby.com))

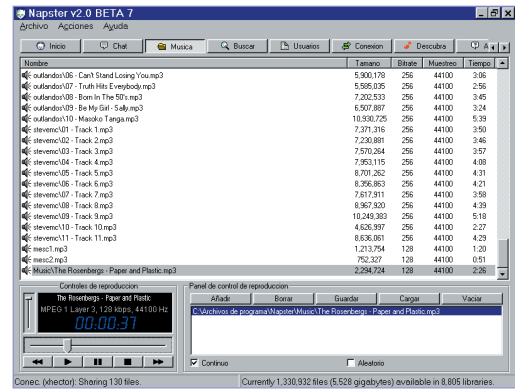
**MP4**: La compañía **Global Music Outlet** creó un formato llamado **MP4** (que no tiene nada que ver con un hipotético *layer 4* del estándar **MPEG**), uniendo las tecnologías del formato **AAC** con las de la propuesta de **Yamaha** denominada **TwinVQ**. Presenta la ventaja de que no requiere software adicional alguno para reproducir una canción: basta con pulsar sobre el archivo para que éste suene automáticamente. ([www.globalmusic.com/cybermp4](http://www.globalmusic.com/cybermp4))

**OGG Vorbis**: Su algoritmo **VBR** (*variable bitrate*) es uno de los mejores; presenta una calidad equiparable a los anteriores con una tasa de compresión más elevada y una mayor velocidad al codificar. Su *codec* está libre de ataduras al ser de uso público y código abierto (no como el MP3, cuyas evoluciones están condicionadas por cuestiones de licencias por parte de **Franhoffer**). Es una seria alternativa, y ya puede ser utilizado mediante *plug-ins* creados para los más populares reproductores como **Winamp** o **Sonique**. ([www.vorbis.com](http://www.vorbis.com))

**WMA de Windows**: Esta es una propuesta desarrollada por **Microsoft**, y es la evolución de su formato anterior **ASF**. Cualquier PC lo soporta ya que se incluyen las funciones correspondientes desde el **Reproductor de Windows Media**. Su codificación es la más rápida de todo el grupo, pero su calidad no es de las mejores.

**MP3Pro**: Es un reproductor codificador de MP3 (creado por el Instituto **Franhoffer** y **Thomson Multimedia**) que hace gala de ser capaz de comprimir ficheros **WAV** (no directamente de **CD**) a ficheros que ocupan la mitad de tamaño que los MP3 y de igual calidad sonora o incluso superior, utilizando la tecnología denominada **Replicación de Banda Espectral** (*Spectral Band Replication* o **SBR**). Además **MP3Pro** también reproduce ficheros MP3 estándar. ([www.franhofer.de/english](http://www.franhofer.de/english); [www.thomson-multimedia.com](http://www.thomson-multimedia.com)).

Existen algunos otros intentos en este sentido, como el mencionado formato **VQF** (de **Yamaha**, ligeros pero con un alto consumo de CPU), **Liquid Audio** (también impulsado por las discográficas ya que está fuertemente protegido contra la piratería), o el formato **PAC** (*Perceptual Audio Coding*, desarrollado por **Bell** y **Lucent Technologies**).



*Napster será siempre recordado como el programa que revolucionó la búsqueda en la Red de los archivos MP3.*

## EL DEBATE ESTÁ SERVIDO

La imparable proliferación del formato **MP3** ha hecho vulnerable la situación legal actual de los derechos de autor, así como el monopolio del que gozaban hasta ahora las compañías discográficas en cuanto a la distribución de música, y es vista por éstas como una amenaza para su industria. Sin embargo, un porcentaje importante de artistas ven en este formato una ocasión excelente para sus condiciones de trabajo. Esta postura queda reflejada en el ya famoso artículo "Por favor, pirateen mis canciones" del músico y **redactor Ignacio Escobar** ([www.baquia.com/com/20010118/art00001.html](http://www.baquia.com/com/20010118/art00001.html)). Otros músicos, a nivel internacional, como **Courtney Love** o **Steve Albini** han realizado sendos manifiestos en el mismo sentido, aunque también hay excepciones (habitualmente en artistas de ventas masivas), como **Metallica**. Lo cierto es que existe un debate abierto muy activo sobre el tema, que hace presagiar un cambio importante en el futuro de la industria musical.