

(((sonido y música con ordenador

LECTURA
Almacenamiento

Índice

Almacenamiento

1. CODECs	1
1.1. MP3	1
1.2. Otros CODECs	3
1.3. Pasar MIDI a WAV	4
2. Soportes	4
2.1. Analógico y digital	6
2.2. CDs y DVDs	9
2.3. Reproductores MP3	11

Almacenar el sonido y la música en soportes físicos que pudiesen reproducirla de nuevo en cualquier momento y lugar supuso un gran adelanto desde que se consiguió a finales del siglo XIX. El fonógrafo sería el primer aparato que podía registrar y después reproducir el sonido y fue inventado por Thomas Alva Edison en 1877. Muchos han sido los avances desde entonces y naturalmente también se ha producido el **paso desde los sistemas analógicos a los digitales**. Precisamente, en la etapa actual, con la llegada de los sistemas digitales y de Internet surgen nuevas necesidades y conceptos como los **códecs**. Y, lógicamente, los **soportes** de las grabaciones han ido evolucionando a la par.

1. CODECS

En un PC, el tipo básico de formato de archivos para almacenar audio es el **WAV** (denominado así por la palabra inglesa *wave*, onda). Pero si en este formato aplicamos una resolución de grabación de calidad CD (44100Hz de frecuencia de muestreo, 16 bits de resolución de intensidad y 2 canales estéreo), el volumen que ocupan los archivos generados es muy grande (aproximadamente 10Mb por cada minuto de grabación). Por ese motivo, es lógico que se buscara alguna alternativa para poder tener archivos audio de calidad pero que ocupasen menos tamaño.

1.1. MP3

El **MP3 (MPEG Layer-3)** ha tenido un gran éxito desde su aparición en Internet porque consigue una buena calidad de sonido consumiendo mucho menos espacio que el formato WAV: hasta 10 veces menos espacio (es decir, cada minuto de grabación viene a ocupar 1Mb). El aparente milagro se originó en el *Instituto Fraunhofer* de Munich y se produce porque el MP3 aplica un algoritmo de compresión que elimina todas las frecuencias que ha registrado la grabación pero que el oído humano no es capaz de percibir (o al menos no lo percibe o, mejor, le pasa desapercibido a la gran mayoría de las personas). También elimina aquellos sonidos que por su baja intensidad, en comparación con otros que suenan simultáneamente, quedan "enmascarados" y no seamos capaces de discernirlos. Es decir, **el MP3 ocupa menos espacio porque elimina datos que para nosotros resultan irrelevantes**.

Otra característica interesante del MP3 (que también tienen otros formatos de compresión) es que **a cada archivo puede añadirse toda una serie de datos sobre la grabación** (título álbum, título tema, artista, etc). Estas etiquetas se conocen con el nombre de ID3. Existen dos versiones (la segunda permite introducir más información) y pueden editarse con programas como por ejemplo IDE3-TagIT o The GodFather entre otros muchos. Así se pueden gestionar mejor los archivos.

En la codificación de un archivo WAV al formato MP3 (o a cualquier otro formato comprimido) pueden establecerse distintos niveles de calidad en función de un serie de parámetros como son:

- **Frecuencia de muestreo.**
- **Canales** (estéreo o mono).
- **Tasa de bits** (*Bit rate*). La tasa de bits se suele establecer en kbits por segundo. Normalmente se emplea una tasa de 128 kbits/s con los que un minuto de música ocupa un Mb. Pero existen tasas de bits superiores (hasta 320 kbit/s) que incrementan la calidad y lógicamente el tamaño de los archivos. Pero en vez de una tasa de bits constante (Constant Bitrate), que se mantenga igual durante toda la conversión, puede aplicarse también una tasa de bits variable (Variable Bitrate o VBR). Así, el sonido es analizado y en función de su complejidad lo codifica empleando más o menos tasa de bits. En este caso también podría establecerse el valor mínimo y máximo entre los que se debería mover dicha tasa variable.

En un principio para trabajar con el formato MP3 surgieron varios tipos de programas:

- **Rippers:** se encargaban de grabar en formato WAV en el disco duro del ordenador las pistas de un CD audio (CDA) reproducido en el CD-ROM del ordenador (para realizar la operación inversa estaban los **Grabbers**).
- **Encoders:** se encargaban de realizar la codificación del formato WAV al MP3 (para hacer el proceso contrario estaban los **Decoders**).

Hoy en día, todas estas funciones asignadas a distintos programas se suelen incorporar en una única aplicación informática. Más aún, muchas veces los programas permiten realizar los procesos de un modo directo sin que nosotros seamos conscientes de los pasos intermedios. Por ejemplo, podemos decirle a uno de estos programas que nos extraiga el audio de un CD y lo guarde como archivos MP3 (como proceso intermedio habrá realizado la extracción del audio del CD pasándolo al formato WAV). O también cuando utilizamos un programa de grabar CDs y le decimos que elabore un CD audio a partir de archivos MP3 (como paso intermedio habrá convertido previamente los archivos MP3 en formato WAV).

Gracias al MP3 se hizo posible que el audio pudiera llegar a Internet en momentos donde la calidad, velocidad y precio de las conexiones convertían en una locura enviar o descargar una canción de 5 minutos en formato WAV (50Mb). Sin embargo, esta facilidad para *subir* y *bajar* canciones ha puesto en el ojo del huracán a este formato de compresión, debido al intercambio de música con derechos de propiedad y que gracias a ciertos programas permiten la conexión directa entre ordenadores de distintos usuarios (programas P2P, *Peer to Peer* que traducido vendría a ser algo así como *de tú a tú*, de igual a igual, dado que cada ordenador conectado puede actuar como cliente y como servidor).

La gran polémica comercial que ha desatado el formato MP3 por la piratería musical es todavía más comprensible si tenemos en cuenta que este formato no incorpora ninguna tecnología para gestionar derechos digitales. Es decir, no es posible evitar que un archivo MP3 pueda ser copiado y distribuido. Es lógico entonces que haya mucho interés en desarrollar y difundir sistemas de compresión alternativos al MP3.

Existen varios **formatos de archivos de audio comprimido** y, en consecuencia, códecs distintos al MP3. Como más significativos podríamos mencionar los siguientes:

- **Ogg Vorbis:** es un formato de audio libre (gratuito), que tiene una gran calidad ocupando menos espacio que el MP3. Se convierte así en el principal rival de formatos como AAC (sucesor del MP3 y que se conoce también con el sobrenombre de MP4).
- **Windows Media Audio (WMA):** es la alternativa de Microsoft a los formatos de compresión. Es un codec que ofrece calidad y, algo que interesa mucho a las empresas que comercializan música a través de la red, la incorporación de tecnologías que permiten la gestión de derechos digitales (pudiendo así limitar o bloquear la copia de archivos).
- **MP3 Pro:** es un formato propietario que debe pagarse si se quiere utilizar para codificar (es gratuito para reproducir). Creado por la empresa sueca Coding Technologies y patentado por Thompson,
- **AAC (Advanced Audio Coding):** compite en calidad con el formato Ogg y es utilizado por Apple en su tienda de música on-line,
- **Real Audio:** posiblemente sea el formato con más utilización en la elaboración de contenidos para su difusión en tiempo real (ahora en clara competencia con WMA)

Todos los códecs que acabamos de citar eliminan parte de la información audio que se graba. Se denominan **códecs de audio con pérdidas** (*lossy*). Pero también existen **códecs de audio sin pérdidas** (*lossless*) que permiten codificar el audio sin pérdidas de calidad (aunque no puede reducirse mucho el tamaño de los archivos). Por ejemplo:

- **FLAC (Free Lossless Audio Codec)**
- **Monkey's Audio**

Para reproducir los archivos generados por los distintos códecs existen **programas reproductores** (como por ejemplo Jetaudio, Winamp, Windows Media Player, etc). Muchos de estos programas permiten reproducir los archivos de los formatos más habituales, pero estos programas funcionan en un ordenador. Es decir, que si queremos escucharlos en un equipo de música no vamos a poder porque no está preparado para decodificarlos, aunque el gran éxito del formato MP3 ha hecho que surjan reproductores de CDs y de DVD que sí que son capaces de leer estos archivos.

Por otro lado, si los utilizamos para comprimir existen webs que facilitan la descarga de los códecs gratuitos (el códec MP3 Pro y los del Instituto Fraunhofer, por ejemplo, requieren una licencia de uso) e incluso tienen aplicaciones que facilitan su instalación y uso.

En la elección de un códec para realizar la compresión de los archivos audio podemos tener en cuenta distintos elementos y decidir en función del peso que tenga cada uno en cada momento. Por ejemplo, podríamos mencionar:

- **La calidad.** Es evidente que no todos los códecs producen el mismo resultado en cuanto a relación calidad/compresión. De hecho el MP3 ya es superado por códecs como los de Ogg Vorbis, AAC o WMA.
- **La compatibilidad.** En este aspecto de momento el MP3 se lleva la palma. La enorme difusión que tiene en todos los ordenadores del mundo y sus posibilidades a la hora de ser reproducido en soportes hardware (reproductores de MP3 específicos y de DVD), lo hacen de momento ser el primero en este aspecto. Abriéndose paso está el códec AAC que es el empleado por Apple para su tienda de música y su famoso reproductor iPod (aunque este reproductor también soporta archivos MP3).
- **La posibilidad de hacer *streaming*.** El *streaming* es una tecnología que permite escuchar (y visualizar en el caso de vídeo) los archivos mientras se descargan. No tenemos por tanto que esperar a que se descarguen del todo para poder reproducirlos. Eso convierte a este tipo de archivos en ideales para incluir audio en páginas web. Los programas más difundidos que se integran con los navegadores y que permiten hacer este tipo de descargas son RealOne Player y Windows Media Player y, por tanto, los códecs que comprimen los archivos en sus respectivos formatos serán los que nos interesen en estos casos, aunque también MP3pro tiene la posibilidad de distribuir contenidos a través de Internet en tiempo real.

1.3. Pasar MIDI a WAV

Ya hemos dicho en varias ocasiones que un archivo MIDI no contiene sonido sino las instrucciones para que un dispositivo MIDI que genera sonidos (el sintetizador incorporado en la tarjeta de sonidos, un instrumento virtual que trabaje con archivos MIDI, un dispositivo MIDI externo,...) pueda producirlos. Esto implica que un archivo MIDI puede sonar de distinta manera dependiendo de la calidad de los sonidos del dispositivo que los produce.

Los motivos por los que puede interesar pasar los archivos MIDI a WAV pueden ser diversos pero destacaríamos los siguientes:

- **Para poder escucharlo en un equipo de música.** Si no podemos reproducirlo directamente a través de un ordenador (más un dispositivo MIDI externo en caso de que nos interesasen sus sonidos), una buena alternativa puede ser reproducir el archivo MIDI y grabarlo en formato WAV para después grabarlo en un CD de audio que pudiese ser reproducido en cualquier equipo de música. Esto nos simplifica la infraestructura necesaria para reproducirlo y nos garantiza que la calidad del sonido será la que nosotros queríamos (cosa que no se garantizaría si se empleasen dispositivos MIDI distintos para reproducir los archivos).
- **Para poder aplicarle efectos de audio.** Independientemente de los efectos que pudiesen aplicársele a los sonidos generados por sintetizadores sin abandonar el ámbito MIDI, también puede interesarnos aplicarle efectos diseñados para ser aplicados a archivos audio. En este caso debemos también pasar previamente el archivo MIDI a WAV para poder aplicarle dichos efectos (además de cualquier otra labor de edición que pudiese realizarse con archivos audio).

- **Para poder pasar la mezcla final a un único archivo audio.** Un secuenciador puede trabajar con distintas pistas audio y MIDI simultáneamente. Pero cuando ya está todo terminado y la mezcla ya está lista es el momento de fundirlo todo en un único archivo WAV. A este proceso suelen denominarlo *mixdown* los secuenciadores que, además, suelen presentar una función específica para realizarlo. Pero esta función se aplica a archivos audio así que los archivos MIDI deben convertirse previamente en archivos WAV.

Para realizar el paso de un archivo MIDI a WAV existen distintas posibilidades:

A) Con sonido interno. Si el sonido que reproduce los archivos MIDI se genera dentro del propio ordenador (a través de los sonidos que genere el sintetizador de la tarjeta de sonido o a través de algún instrumento virtual), la solución puede ser tan simple como:

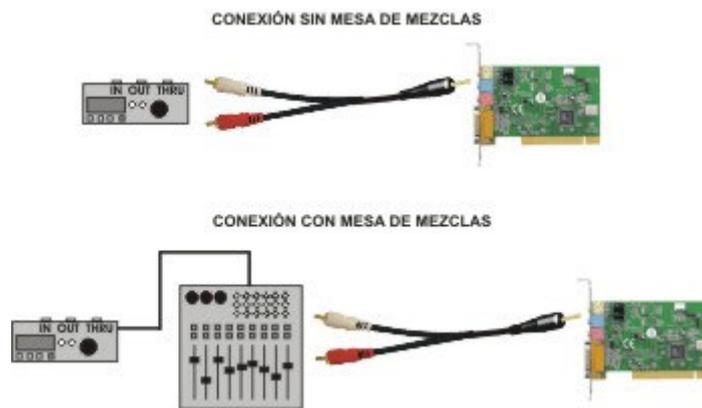
- Seleccionar como fuente de grabación el canal de la tarjeta de sonido a través del cual se reproduzcan dichos sonidos. En caso de que esto no fuese posible siempre existe la alternativa de conectar la salida de sonido del ordenador con su entrada (LINE IN) con un cable con un conector minijack en cada extremo y seleccionar como fuente de grabación el canal LINE IN de la tarjeta.



- Seleccionar y reproducir a través del secuenciador la pista (o pistas) MIDI que queremos grabar.
- Grabar la reproducción de dicha pista a través de un Editor de Audio o a través de propio secuenciador en una pista audio (si trabaja con este tipo de pistas).

B) Con sonido externo. Si el sonido que reproduce los archivos MIDI se genera en un instrumento MIDI externo entonces debemos:

- Conectar la salida de audio del instrumento MIDI (directamente o a través de un mesa de mezclas) con la entrada (LINE IN) de la tarjeta de sonido. Eso sin mencionar las conexiones MIDI necesarias para controlar el instrumento desde el ordenador.



- Seleccionar como fuente de grabación el canal LINE IN de la tarjeta.
- Seleccionar y reproducir a través del secuenciador la pista (o pistas) MIDI que queremos grabar.
- Grabar la reproducción de dicha pista a través de un Editor de Audio o a través de propio secuenciador en una pista audio (si trabaja con este tipo de pistas).

2. Soportes

Los **soportes** de almacenamiento de las grabaciones han ido evolucionando junto con los sistemas de grabación del sonido. Uno de los cambios más importantes fue el **paso de un registro analógico a un registro digital** de la información. Los registros digitales aportan mucha más calidad y durabilidad a la grabación. Así los **CDs** (*Compact Disc*) y los **DVDs** (*Digital Versatile Disc*) se convierten en la plasmación física de toda la revolución que supone la entrada del mundo digital en el mundo del sonido y de la imagen. La necesidad de poder transmitir información audio a través de Internet impulsó la aparición de códecs audio como el **MP3** y los consecuentes reproductores portátiles de este nuevo tipo de archivos de audio.

2.1. Analógico y digital

Los primeros soportes para el almacenamiento de grabaciones audio eran, lógicamente, **analógicos**. Dentro de este tipo de soporte aludiremos a:

- **El disco.** Surge a finales del siglo XIX de modo experimental. Habrá que esperar a comienzos del siglo XX para que empiece a desarrollarse la industria discográfica con el disco de vinilo. En los años 50 se comienzan a fabricar discos que se reproducen a una velocidad de 33 revoluciones por minuto (sustituye así a la anterior velocidad de 78 rpm), lo que unido a la posibilidad de hacer las grabaciones en tamaños de surco más pequeños (microsurcos) permite aumentar considerablemente la duración del tiempo de grabación que podía almacenarse en los discos grabándolos por ambas caras. Su calidad cada vez fue creciendo más así como la de

los sistemas reproductores convirtiéndose en una industria floreciente y con grandes beneficios. Pero la llegada del Compact Disc (CD) a partir de los años 80 de la mano de las empresas Philips y Sony supuso su paulatina decadencia.



- **El magnetófono.** Concretamente los magnetófonos de bobina abierta que permite la grabación de varias pistas de sonido simultáneas (hasta 64 pistas o incluso más si se sincroniza más de un magnetófono).



- **El casete.** Alcanzó una gran popularidad por ser un soporte que permitió disponer de un sistema de grabación a un amplio público. Este soporte se comercializa con distintas calidades y capacidades de almacenamiento.



Como soportes **digitales** destacamos:

- **CD-A (Compact Disc Audio)**. El Compact Disc es el soporte de audio más extendido en la actualidad. Su calidad de grabación, aún siendo alta, no agota todas las posibilidades. La grabación realizada no tiene ningún procesamiento posterior, es decir, se almacena toda la información generada en la grabación. Tiene una capacidad de 740Mb de información audio (74 minutos) o 650Mb de datos.



- **DAT (Digital Audio Tape)**. Este sistema de grabación se ha convertido durante mucho tiempo en un estándar empleado a nivel profesional en los estudios de grabación (principalmente en la fase de mezcla). Posee una resolución de grabación superior a la del CD-Audio y se realiza en cinta. Al igual que en el CDA se almacena toda la información generada en la grabación. Puede llegar a almacenar hasta 1Gb.



- **MD (Mini Disc)**. Consiste en un pequeño disco inserto en una caja. Se han difundido también pequeños grabadores y reproductores portátiles. Tiene una capacidad de hasta 160Mb de información audio lo que se traduce en 74 minutos. Emplea un sistema de compresión que le permite ahorrar espacio aunque con una pequeña pérdida de calidad.



- **DCC (Digital Compact Cassette).** Emplea un sistema de grabación que elimina frecuencias no percibidas por el oído humano, pudiendo así almacenar más minutos de sonido en menos espacio. Se comercializan con distintas capacidades (45, 60, 75, 90 y 105 minutos).
- **HD (Hard Disc).** El disco duro es un buen soporte de almacenamiento tanto para trabajar como para transportar (utilizando discos duros portátiles) los archivos de audio. De hecho muchos reproductores de mp3 de gran capacidad se basan en la utilización de discos duros de tamaño reducido.
- **DVD-A (DVD-Audio) y SACD (Super Audio CD).** Estos nuevos soportes pueden llegar a convertirse en la alternativa al actual CD Audio. Su calidad es muy grande debido a que emplean una resolución de grabación muy alta y permiten utilizar el sonido surround, pero estos nuevos soportes requieren un nuevo tipo de reproductores hardware. El SACD podrá reproducirse en reproductores de CDs y el DVD-A en reproductores de DVD estándar, pero en ambos casos no podrá hacerlo sacándole todas las posibilidades.

2.2. CDs y DVDs

Actualmente en la mayoría de los equipos informáticos podemos encontrar regrabadoras de CD (y/o de DVD). Este soporte es, junto con los discos duros, el más asequible y de mayor calidad del que puede disponer cualquier usuario. Su utilidad es enorme tanto para realizar copias de seguridad como para registrar y almacenar los resultados de los procesos de grabación de audio que hemos tratado a lo largo del curso. Su utilización está tan extendida que nos son familiares toda una serie de términos que, sin embargo, quizás convendría aclarar un poco:

- **Capacidad.** Los CDs tienen capacidad para almacenar 650 Mb de datos o 74 minutos de música (aunque también pueden ofrecer capacidades algo mayores) y los DVDs pueden almacenar al menos 4,7Gb de datos (aunque ya comienzan a comercializarse grabadoras de DVDs de doble capa que pueden almacenar el doble: hasta 9Gb).
- **Formatos.** Los CDs y los DVDs nos sumergen en un mar de formatos posibles que intentaremos explicar:
 - **Sólo lectura.** Únicamente podemos leer su contenido y no podemos grabarlos: CD-ROM y DVD-ROM. En este tipo de formato se graba la música, los vídeos, los programas informáticos y los juegos comerciales.
 - **Grabables.** Sólo puedes grabarlos en una ocasión o, si no consumes toda su capacidad, pueden grabarse en modo *multisesión*. Esto permite que el disco al terminar de grabar no se cierre y que posteriormente si queremos añadir más archivos podamos hacerlo pero sin borrar ni sustituir los ya grabados. Aunque, si por ejemplo grabamos discos de mp3 así, debemos tener en cuenta que no todos los reproductores reconocen la multisesión y solo reproducen la primera de las grabaciones hechas. Estos discos reciben las siguientes denominaciones: CD-R, DVD-R y DVD+R (los signos - y + en los DVD aluden a la compatibilidad de los formatos con determinadas marcas o empresas).

- **Regrabables.** Pueden ser grabados y/o borrados muchas veces. Tenemos entonces: CD-RW, DVD-RW y DVD+RW.
- **Compatibilidad.** Los reproductores y grabadoras de DVDs soportan los formatos en CD. Pero dentro de los reproductores de DVD existe una división que viene determinada por intereses de grupos de empresas. Afortunadamente existen **reproductores/grabadores duales** que leen y graban en ambos formatos. Pero si la grabadora de DVDs que poseemos no lo es, tendremos que tenerlo en cuenta a la hora de adquirir los DVDs grabables o regrabables.
- **Tipos de archivos.** Tanto los CDs como los DVDs permiten que grabemos en ellos muchos tipos de archivos distintos, con la única diferencia de que en los DVD la capacidad es 7 veces mayor (14 veces en los de doble capa), que en los CDs. Pero no todos los tipos de archivos que se pueden grabar en CD pueden hacerlo aún en DVD:
 - **Datos.** Dentro de esta categoría entraría cualquier archivo que pudiese encontrarse o generarse dentro del ordenador. Incluso dentro de esta categoría entrarían los archivos de audio comprimido (MP3, WMA, AAC, etc), aunque hay programas de grabación que los sitúan en una categoría aparte, quizás para que no induzca a confusión y se pretendan grabar como CDs de audio. Tanto los CDs como los DVDs pueden grabar este tipo de archivos. Un detalle importante: si tengo archivos en formato WAV y los quiero grabar tal cual para poder utilizarlos en el ordenador, debo grabarlos como un CD de datos (pero si quiero poder escucharlos en cualquier equipo de música entonces los grabaré como un CD de audio).
 - **Vídeo.** Los CDs pueden grabarlo pero en formatos concretos (VCD-VideoCD o SVCD-SiperVéideoCD) que ocupan menos tamaño y son de inferior calidad a los específicos del DVD.
 - **Audio.** Solamente pueden grabarse este tipo de archivos en los CDs. Para que se grabe un CD-Audio que sea posible reproducirlo en los equipos de sonido estándar es necesario que dichos archivos estén grabados previamente en formato WAV, aunque la mayoría de los programas de grabación permiten realizarlos a partir de archivos MP3, que el propio programa se encarga de convertir previamente a WAV sin que el usuario tenga información de ello. Pero los DVDs no pueden grabarse aún como DVD-Audio.
 - **Mixto.** También es posible grabar CDs que contengan datos y pistas de audio. Lógicamente esta opción también está vedada a los DVDs al no poder grabar audio.
- **Materiales.** En la elaboración de CDs y DVDs se emplean una serie de materiales de los cuales depende la calidad y duración de los mismos. Sin entrar en más profundidades simplemente sería importante tener en cuenta que en ocasiones la diferencia de precio (además de por la marca correspondiente) puede estar en relación con esta calidad final. En muchas ocasiones cualquiera de las marcas existentes puede cubrir perfectamente nuestras necesidades pero, si queremos grabar algo que queremos que dure muchos años, deberemos plantearnos adquirir CDs y DVDs de una buena calidad.

Para realizar grabaciones disponemos de un amplio abanico de aplicaciones informáticas aunque en muchas ocasiones la propia grabadora ya incluye alguno de estos programas. Más aún dentro del propio sistema operativo Windows XP existe la posibilidad de realizar grabaciones de CDs aunque el número de posibilidades y la comodidad para realizar la grabación es superior en la mayoría de los programas de grabación específicos y la mayoría de los programas de grabación disponibles son cada vez más intuitivos y fáciles de usar.

2.3. Reproductores MP3

La gran difusión del formato MP3 se ha traducido también en la aparición de numerosos reproductores hardware de este tipo de archivos. Con los reproductores portátiles se consigue que el formato MP3 pueda llevarse a todas partes. Permite llevar muchísima más música en el mismo espacio (sobre todo en el caso de los reproductores con disco duro). Actualmente podemos encontrar los siguientes tipos de reproductores portátiles de MP3:

- **Con CD.** Son reproductores que permiten leer archivos de MP3 grabados en un CD-ROM. Así la capacidad máxima de almacenamiento de este tipo de reproductores viene delimitada por la capacidad máxima de datos que pueda grabar el CD-ROM (generalmente 700Mb). Pueden tener también radio incorporada y todas las prestaciones habituales de los reproductores portátiles de CDs.



- **Con memoria flash.** Estos dispositivos pueden almacenar 2, 4 u 8 Gigabytes de grabaciones en MP3 o simplemente de datos/archivos del ordenador. Se pueden conectar directamente a un puerto USB para realizar las transferencias de datos con el ordenador. También pueden tener otra serie de funciones como radio FM o grabadora de voz. Pueden ser compatibles con otra serie de formatos (generalmente WMA).



- **Con disco duro.** En estos dispositivos la capacidad puede llegar a ser muchísimo mayor aunque el abanico de posibilidades es muy amplio en función del tamaño y del precio del reproductor. Pueden llegar a almacenar hasta 160Gb. Al igual que los dispositivos con memoria flash, también pueden tener otra serie de funciones como radio FM o grabadora de voz y pueden ser compatibles con otra serie de formatos.

