

Documento Gráfico //**La conservación y la restauración de los documentos sonoros: hechos tangibles e intangibles**

Los soportes sonoros constituyen un mundo poco visible dentro del ámbito de la conservación y restauración de bienes culturales. La primera parte de este artículo –resumen de un trabajo final– es una introducción a las tipologías de los soportes sonoros más habituales que se pueden encontrar en un archivo sonoro y sus patologías. La segunda parte describe la restauración de un cilindro de cera de la Biblioteca de Cataluña.

Margarida Ullate Estanyol. Licenciada en Documentación y Diplomada en Biblioteconomía por la UB. Directora de la Unidad de Sonoros y Audiovisuales de la Biblioteca de Cataluña.

mullate@bnc.cat

Adela de Bara. Licenciada en Bellas Artes por la UB. Titulada Superior en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la especialidad de Documento Gráfico por la ESCRBC.

adeladebara@gmail.com

Palabras Clave: soportes sonoros, audio, restauración cilindro de cera.

Fecha de recepción: 31-10-2014

¹ Este artículo ha sido traducido del original en catalán por Claudia Quirós Gómez, alumna de tercer curso de la especialidad de Conservación-Restauración de Escultura de la ESCRBC.

² Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español, Ley 9/1993, del Patrimonio Cultural Catalán, artículos 19 y 20. En los EUA, diversas leyes protegen cada uno de los ámbitos patrimoniales. El del film data del año 1988 y el del documento sonoro (*National Recording Preservation Act*) es del año 2000.

³ El *Phonogrammarchiv* de Viena fue el primer archivo sonoro creado en el mundo, en 1899. Nació con la intención de servir a la Academia de las Ciencias y las Artes austríaca, sin restricciones de disciplinas ni de ámbitos geográficos. Los primeros registros se hicieron para dejar constancia de lenguas y culturas no escritas, y fueron útiles básicamente en la búsqueda etnológica y etnográfica. Fue en 1969 cuando, el entonces joven director, Dietrich Schüller, promovió, junto con otros profesionales, la creación de la Asociación Internacional de Archivos Sonoros (IASA) para cubrir la necesidad de unir esfuerzos en favor de la salvaguarda del documento sonoro. Él mismo ha sido, hasta su jubilación, uno de los más firmes defensores de la preservación de los documentos sonoros como asesor de la UNESCO.

**INTRODUCCIÓN¹**

La conservación de los diversos vestigios de hechos históricos –muebles o inmuebles– es lo que tradicionalmente nos ha permitidos estudiarlos como fuente de primera mano para interpretar estos hechos. Cuanto más antiguos son los vestigios materiales (arqueológicos, arquitectónicos, artísticos o documentales) mejor y más amplias son la cobertura legal y la posibilidad de estudio y protección para que se pueda intervenir de cara a su preservación permanente. Entre los bienes documentales y bibliográficos pasa lo mismo. Los vestigios documentales que, por razón del desarrollo tecnológico, no han estado disponibles hasta tiempos más recientes en la historia (fotográficos, filmicos, sonoros o audiovisuales, todos a caballo de los siglos XIX y XX) han quedado desamparados de estos marcos legales hasta hace relativamente poco.² En cambio, somos muy conscientes de la problemática urgente de la preservación digital, que es una tarea común a toda

la tipología documental, independientemente de cuál sea su soporte original. **1** [pág. 132]

Esta falta de perspectiva histórica ha obligado a los profesionales a compartir experiencias ante el peligro de pérdida, como fuente de información, de los soportes a los cuales nos referimos.³ Es comprensible, pues, que el ámbito académico aun vaya a remolque del resultado de estas experiencias que, en la Biblioteca de Cataluña, compartimos desde hace unos años con alumnos de la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Cataluña (ESCRBC).

Unicum ha ofrecido a Adela de Bara, alumna de la ESCRBC que realizó las prácticas de los estudios superiores en la Unidad de Sonoros y Audiovisuales de la Biblioteca de Cataluña en el curso 2013-2014, la oportunidad de publicar un resumen de su trabajo final de carrera que se desarrolla en la primera parte del presente artículo. La segunda parte, escrita por Margarida Ullate Estanyol, quiere compartir la experiencia de la restauración de un cilindro de cera de la Biblioteca Nacional de Cataluña. Esperamos que éste sea el primero de muchos artículos que traten de la conservación, restauración o preservación de un bien cultural (soporte físico) de contenido inmaterial (el sonido, en este caso).

SOPORTES SONOROS MÁS HABITUALES EN UN ARCHIVO SONORO**DISCO PERFORADO**

Los aparatos que los reproducen utilizaban aire comprimido desde un fuelle manual para hacer vibrar cañas de acero, similares a las de una harmónica. La misma manivela que movía el fuelle, servía para que el disco girase y que sus perforaciones pasaran por unas palancas que abrían o cerraban el paso del aire por las cañas. La mayoría de los discos perforados son de cartón, pero también existen metálicos (habitualmente zinc). Cada uno de los círculos concéntricos representa una nota y su número dependerá del número de lengüetas del aparato reproductor.

Los discos de cartón presentan las alteraciones habituales de este material: suciedad, manchas, ataques bióticos y pérdidas estructurales (roturas, lagunas matéricas, pliegues...). Hay que tener mucho cuidado con las humedades porque pueden aumentar las dimensiones del disco, dificultando su reproducción. Esta alteración también afecta a los discos

metálicos degradados por la corrosión, por el aumento mático que se produce. **2** [pág. 133]

ROLLO DE PIANOLA

El modelo de rollo de pianola que se generalizó consistía en un rollo de cartulina o papel muy satinado, que se deslizaba por un mecanismo interior del piano, con unas perforaciones en bandas perpendiculares a la longitud del rollo. Por estos agujeros, una pequeña bomba de aire accionaba los martillos correspondientes a cada tecla del piano. El rollo tenía en un extremo una anilla metálica sujeta con un trozo de tela que servía para anclarlo al mecanismo de la pianola. La mayoría de cajas que los protegían disponían de unos flancos (de baquelita, madera...) para inmovilizarlos. **3** [pág. 133]

Por el material constitutivo mayoritario, las alteraciones más probables son las que afectan al papel, pero especialmente a su estructura: desgarros y roces en los bordes. En cuanto al resto de materiales constitutivos, podemos encontrar que la anilla metálica esté oxidada (con el peligro de que altere el papel con el cual está en contacto), que la madera haya sufrido biodeterioración (con el peligro de que contagie al rollo de papel) u otros tipos de alteraciones propias de la madera (roturas, manchas, exudaciones...) o que la baquelita esté rota.

Las intervenciones son las habituales de los documentos de celulosa y un tratamiento específico para la anilla. Si fuera necesario, habría que realizar un tratamiento biocida a la madera. Si los flancos de la caja son de baquelita, pueden limpiarse con agua desionizada y jabón de pH neutro específico de conservación-restauración.

CILINDRO

Los cilindros más habituales tienen alrededor de 11 cm de altura por 7 cm de diámetro exterior. Originalmente, se fabricaban a partir de una hoja de estaño; el grosor de la capa donde se registra el sonido puede ir desde los 7,5 mm a los 4 mm. En esta capa externa se encuentra grabado un surco que recoge la grabación. En 1885 Charles Tainter reemplaza la hoja de estaño por un cilindro de cartón recubierto de cera (cera virgen y parafina; otras fuentes citan estearina de jabón y óxidos de hierro y de zinc). Dos años más tarde, Edison añadió cera de carnauba procedente de Brasil. En la segunda década del siglo XX, los cilindros se fabricaron de celuloide. Una formulación de celuloide podía contener de 70 a 80 partes de nitrocelulosa (11% de nitrógeno), 30 partes de alcanfor (plastificante), de 0 a 14 partes de colorante y de 1 a 5 partes de acetato de alcohol, además de estabilizadores y otros agentes para reducir la inflamabilidad.

La cera constitutiva se puede deformar con el más leve contacto y, además, son cilindros muy quebradizos. **4** [pág. 134] Por este motivo, se pueden encontrar muchos cilindros con fisuras, fragmentados o deformados. **5** [pág. 134] Los cilindros de cera son muy sensibles a los ataques fúngicos pero, aunque los cilindros de celuloide resisten tanto los hongos como el desgaste, algunos se pueden inflamar y se contraen a bajas temperaturas y, por tanto, se generan fisuras que pueden acabar con una fragmentación, como es el caso de los Amberoles azules (fabricados por Thomas A. Edison, Inc.).

Para poder manipularlos, las bases del cilindro están agujereadas para introducir los dedos índice y corazón que se separan, formando una “v” en el interior del cilindro. Para su limpieza se pasa un trapo suave de algodón en el sentido del surco. Algunos profesionales recomiendan que el trapo esté un poco húmedo con agua destilada a temperatura ambiente (un cambio de temperatura repentino puede romper el cilindro). **6** [pág. 134]

Los cilindros rotos se pueden recomponer, pero se debe hacer una reflexión: se puede conservar el objeto, pero puede que sea irreproducible. Los riesgos que comporta esta intervención vienen derivados de la necesaria capacidad manipulativa por parte del restaurador y del desconocimiento de los materiales constitutivos. Como no son conocidos, es posible que alguno de sus componentes pueda alterarse en contacto con el adhesivo. La visibilidad de la intervención será menor si se aprovecha el vacío del interior del cilindro para adherir tiras fijativas de material de conservación, para aplicar el adhesivo, la cera o para añadir una grapa, tal como hizo el Dr. Khanchalian en la restauración del cilindro de cera que se explica en la parte final del artículo.

DISCO DE EBONITA, DE VULCANITA O DE GOMA VULCANIZADA

Fueron los primeros discos reproducibles y, por ser un descubrimiento de Emile Berliner, pueden ser llamados como su inventor. Tienen un diámetro de 17 cm, con una duración de dos minutos. Sólo se grababa una cara.

La ebonita,⁴ su material constitutivo, es una vulcanización del caucho compuesta por caucho virgen (polibutadieno), azufre, acelerantes, antioxidantes, plastificantes, cargas inertes y, a veces, grafito. Las proporciones son variables pero tienen cerca del 30% al 40% de azufre. Su estructura molecular, a causa del azufre, es cristalina y le confiere una gran impermeabilidad a los líquidos y los gases. Los plastificantes acostumbraban a ser aceites vegetales oxidados con cloruro de azufre, previamente disueltos en nafta o sulfuro de carbono.⁵ Algunas cargas conocidas son la cal, la creta, el yeso, el litargirio o el sulfato de bario. La ebonita se ha utilizado para hacer peines, botones, joyas, plumas estilográficas, instrumentos musicales, etc.

La contracción irregular durante el enfriamiento en el momento de fabricación causaba una deformación estructural, porque quedaban burbujas de gas atrapado que creaban saltos de volumen y clics, produciendo terribles sonidos de fondo. La ebonita es estable en la oscuridad y conserva su aspecto y propiedades muy bien pero, en respuesta a la exposición a la luz y/o a las altas temperaturas, pierde azufre y se vuelve frágil al mismo tiempo que pierde brillo. La luz induce la oxidación del caucho y forma óxidos de azufre y ácido sulfúrico en presencia de humedad. La acidez se acumula hasta un nivel en el que se empieza a degradar el plástico y finalmente, se descompone. La decoloración es uno de los principales síntomas del proceso de degradación de la ebonita. Otro podría ser el olor a azufre.

Una manera de recuperar el color es utilizar un producto llamado *Pen Potion No. 9* hecho a base de agua y un colorante líquido. Su fabricante garantiza la inocuidad del producto para los objetos tratados.

DISCO DE PIEDRA, DE PIZARRA O DE PASTA (SHELLAC)

En 1897, Berliner substituye los discos de ebonita por los de pasta después de hacer diversas pruebas, utilizando una mezcla de goma laca, polvo de roca (calcárea o pizarra), pigmento negro, fibras vegetales y otros componentes como estearato de zinc (lubricante para la liberación del molde), silicato de aluminio, vinsol u otros. Esta composición imprecisa fue variada por cada fabricante. **7** [pág. 135]

El contenido medio de goma laca en estos discos es del 15%, aproximadamente. El origen del nombre “discos de pizarra” podría ser porque las primeras cargas eran polvo de pizarra. Los fabricantes podían reciclar discos devueltos, discos de goma laca sin vender, basura... Como esta mezcla de componentes tenía un color gris, heterogéneo, los fabricantes

⁴ Análisis de la ebonita:

<<http://xoomer.virgilio.it/gvoluta/ebanite/Analisi.htm>>

[Consulta: 27 octubre 2014].

⁵ Patente de Parkes presentada en 1864.

añadían pigmento negro, que unificaba el tono y lo hacía más atractivo en el ámbito comercial. Después de la Segunda Guerra Mundial la goma laca fue reemplazada por otras resinas comerciales.

Determinar las causas de la degradación de un disco de goma laca es bastante difícil, a causa de la amplia gama de cargas que utilizaron los fabricantes. Algunas de estas cargas son susceptibles de ser atacadas por hongos (la goma laca, en principio, no lo es). Los altos niveles de humedad aceleran la aparición de un polvo fino después de cada reproducción y comporta una degradación que va "limando" el disco.

Para su limpieza, nunca se debe utilizar alcohol, ya que puede tener un efecto corrosivo inmediato; se deben utilizar productos de conservación. El disco de pizarra no tiene que permanecer húmedo más de un minuto, ya que la mayoría contienen fibras higroscópicas, causando erupciones microscópicas en la superficie del disco, que pueden llegar a convertirse en fisuras. Es preferible la limpieza automática por un sistema de descarga ultrasónica electrostática o mediante máquinas de limpieza y succión específicas, en las cuales es necesario un medio líquido para humedecer el disco y disolver las posibles concreciones antes de que la máquina realice la succión del surco. En el mercado se pueden encontrar soluciones preparadas como la conocida comercialmente con el nombre Purel® (un 60% o 70% de agua destilada, de un 25% a un 30% de propilenglicol y de un 5% a un 10% de alcohol p-tert-octilo fenoxi polietoxi etilo). La disolución no debe tocar nunca la etiqueta del disco.

Mediante un aparato óptico adecuado se pueden retirar los restos superpuestos de una rayada con un punzón. En el caso de los discos fragmentados, la divergencia de las tensiones en las piezas constituyentes puede causar que se tuerzan un poco. Para minimizar este efecto, se recomienda que los soportes rotos se reconstruyan y se digitalicen cuanto antes. Las partes individuales de los materiales rotos se deben almacenar sin tocarse entre ellas. Si se guardan en la forma reconstruida, pero sin fijar, los bordes de las piedras pueden rozar entre sí, y causar aún más daños. ⁸ [pág. 136]; ⁹ [pág. 136] y ¹⁰ [pág. 136]

Los discos de goma laca se pueden aplanar en un horno de laboratorio provisto de ventilador. Hay que colocar el disco encima del vidrio templado previamente calentado. Existe el peligro de que, en el proceso de minimizar la deformación vertical, se genere deformación lateral. No se debe calentar el disco más de lo necesario: una temperatura de unos 42 °C normalmente es suficiente.⁶

DISCO DE ALUMINIO, DE LACA O ACETATO (DISCO INSTANTÁNEO / DISCO LAMINADO)

Las grabaciones de discos de aluminio se hacían directamente en el aluminio con una aguja. Como no se podían volver a grabar, algunos usuarios prefirieron grabar un revestimiento de acetato que se ponía encima del disco de aluminio, de esta manera podían cambiar el acetato cuando la grabación ya no era necesaria. Posteriormente, los discos de aluminio se recubrían (laminaban) con diversos materiales y el mismo aluminio de base (sustrato) fue substituido también por otros materiales.

Los posibles materiales del sustrato son el aluminio (más común), el acero (discos del principio de la Segunda Guerra Mundial), el vidrio (discos del final de la Segunda Guerra Mundial) y el cartón.

Antes de la utilización de la nitrocelulosa (también conocida

como nitrato de celulosa) se utilizó la cera blanda, la etilcelulosa y el acetato de celulosa. De hecho, el término equivocado "acetato" deriva del breve período en que los discos se recubrieron con acetato de celulosa. Para hacer la capa de nitrocelulosa más suave para el corte del surco, se añadía un plastificante (aceite de ricino) para el recubrimiento. Los discos de acetato son el tipo menos estable de grabación de sonido. La contracción continua de la capa de laminación, a causa de la pérdida del plastificante, es la fuerza destructiva primaria.⁷ ¹¹ [pág. 136] Con el tiempo y en presencia de vapor de agua, uno o más de los enlaces éster se puede hidrolizar y el laminado emite una capa blanca pulverulenta: ácido palmítico y ácido esteárico. ¹² [pág. 136] A veces se confunden con hongos pero, bajo el microscopio, se puede diferenciar claramente si se trata de hongos o de ácido palmítico.

El Instituto Canadiense de Conservación (CCI) recomienda la utilización de productos no iónicos, tensoactivos condensados de óxido de etileno, para limpiar los registros de este tipo. Para la limpieza del ácido palmítico se recomienda una solución de amoniaco 1-2% en una solución de limpieza y agua destilada.

DISCO DE VINILO

El disco de vinilo está hecho de resinas termoplásticas dentro de las siguientes proporciones: el copolímero acetocloruro de vinilo (15% de acetato y 85% de cloruro de vinilo) y el cloruro de vinilo puro. Para obtener un mejor moldeado desde la matriz original, hay quien utiliza mezclas binarias y terciarias de acetocloruro de vinilo y de cloruro de vinilo, con los estabilizantes destinados a evitar la descomposición del copolímero por el calor producida durante la mezcla, extrusión y prensado. Los aditivos más habituales son las sales inorgánicas de estaño, de plomo o de calcio, ceras, un colorante negro, desenmoldantes, fungicidas, substancias antiestáticas, plastificantes... Se utiliza un aditivo para que tarde décadas la liberación de HCl propio del proceso de fabricación. ¹³ [pág. 137] y ¹⁴ [pág. 137] Pero esta afirmación causa intranquilidad si se piensa en el momento en el cual los vinilos hayan agotado el agente controlador de las emisiones de HCl.⁸

Las causas intrínsecas de las alteraciones que pueden presentar provienen del momento de fabricación. Algunos discos presentan ampollas después de una veintena de años y pueden ser inaudibles. Esta alteración puede provenir de una homogenización insuficiente de los diversos componentes, que reaccionan independientemente los unos de los otros. También es causa de alteraciones una ventilación inadecuada en el momento del enfriamiento de la pasta. Como causas extrínsecas se pueden citar la exposición a los rayos ultravioletas o a temperaturas moderadas-altas o ciclos térmicos. Un calor persistente hace de catalizador de una descloruración progresiva y cada ciclo térmico da como resultado una pequeña deformación irreversible. Otros tipos de degradaciones se producen por los almacenamientos, los traslados y las manipulaciones poco cuidadosas. Por contra, estos discos no se ven afectados por altos niveles de humedad y son bastante resistentes al ataque fúngico.

La limpieza de los discos de vinilo se puede hacer mediante un sistema de descarga ultrasónica o con una máquina de limpieza y succión específica. Como en el caso de los discos de pasta, es necesario un medio líquido para humedecer y disolver las posibles concreciones antes de que la máquina haga la succión. En el mercado se pueden encontrar soluciones preparadas como la conocida comercialmente con el nombre Pure2® compuesta por alcohol isopropílico (12%), propilenglicol, polietilenglicol y agua destilada. También es efectiva una solución de etanol y agua destilada al 50%.

⁶ IASA TCO4, segunda edición. Recomendación de estándares, prácticas y estrategias <http://www.bnc.cat/Professionals/Preservacio-digital2/Directrius-per-a-la-produccio-i-preservacio-d-objec-tes-d-audio-digital-TCO4/Capitol-5.-Extraccio-de-senyal-de-suports-originals/5.4-Reproduccio-de-cintes-analogiques-magnetiques/5.4.3-Neteja-i-restauracio-del-suport> [Consulta: 27 octubre 2014].
⁷ <http://cool.conservation-us.org/byform/mailling-lists/cdl/1998/1461.html> [Consulta: 27 octubre 2014].
⁸ <http://audio-restoration.com/gilles.php#degrade> [Consulta: 27 octubre 2014].

Para poder reproducir discos ligeramente deformados, se puede utilizar un disco estabilizador.⁹ Mediante un aparato óptico adecuado (lupa binocular), se pueden retirar los restos superpuestos de una rayada.

HILO MAGNÉTICO

Su aspecto recuerda a las bobinas de hilo de pescar, es decir, una bobina (de 7-10 cm de diámetro por 1,65 cm de altura, salvo excepciones de cada fabricante) sobre la cual se va enrollando un hilo de acero. El diámetro del hilo puede ir desde 0,05 hasta 0,1 mm y, visualmente, tiene el grosor similar al de un cabello.

El hilo puede fragmentarse y es muy fácil que se enrede. Por su estructura y forma de situarse dentro de la bobina, la información de una espiral puede verse influenciada por las espirales que están en contacto, haciendo un "efecto copia" que degrada la información.

Por sus características es muy fácil que el hilo se enrede. Los aparatos de reproducción pueden llegar a romperlo. Los operadores de la época solucionaban este inconveniente haciendo un nudo y, a fuerza de hacerlo una y otra vez, iban acortando el registro. A veces, uno de los segmentos puede estar puesto en dirección contraria. Esta práctica aun está vigente hoy en día y la justificación es que la velocidad de reproducción del hilo magnético es tan alta (0,75 m/s) que puede resultar inapreciable, pero recordemos que es una intervención que no respeta la integridad de la pieza y, por lo tanto, no se ajusta a los parámetros de conservación y restauración.

CINTAS DE BOBINA ABIERTA

Una cinta de bobina abierta está formada por un sustrato sobre el cual se depositan partículas metálicas mediante un aglutinante. Normalmente se presentan dentro de una bobina. Las diferencias tipológicas vienen condicionadas por el material del sustrato: acetato de celulosa, papel, PVC o PET. ¹⁵ [pág. 138]

Las cintas de acetato de celulosa están hechas, en realidad, de una gran variedad de polímeros acetilados de la celulosa, incluidos el diacetato de celulosa y el triacetato de celulosa. El acetato de celulosa se ha utilizado ampliamente como sustrato para muchos formatos: negativos fotográficos, microfilms, películas y cintas de audio. Es muy sensible a la humedad, dado que la hidrólisis que se produce rompe los enlaces entre las moléculas. La consecuencia más notable es la aparición de ácido acético que, por ser volátil, acidifica el ambiente de tal manera que se acelera el proceso y genera nuevas alteraciones. Este fenómeno recibe el nombre de "síndrome del vinagre". Por otro lado, se ha comprobado que un ambiente demasiado alcalino resulta tan deteriorante como uno ácido. También se ha comprobado que el acetato de celulosa es sensible a la oxidación, a las temperaturas altas y a la presencia de unos determinados ácidos. La humedad también provoca contracciones y dilataciones, por el carácter higroscópico de este material. Los hongos son los agentes de biodeterioración más habituales en estas cintas.

Las cintas que tienen como sustrato el papel se han mostrado estables, aunque pueden verse afectadas por hongos. Otro problema es su fragilidad mecánica frente a los reproductores o a manipulaciones poco cuidadosas.

Las principales alteraciones de las cintas con el sustrato de cloruro de polivinilo (PVC) están en relación con los aglutinantes de la emulsión metálica. Es un soporte bastante estable, salvo que tiende a estirarse. Por otra parte, puede sufrir ataques fúngicos. ¹⁶ [pág. 138] y ¹⁷ [pág. 138]

El poliéster (PET) es el único material que se utiliza como sustrato de las cintas desde 1972. Sus mejores cualidades son la resistencia al estrés mecánico y a la humedad relativa, de tal manera que ha sido probada su estabilidad. No obstante, a consecuencia del rebobinado se pueden producir dilataciones. Algunas de estas cintas, cuando se reproducen, muestran los resultados de una descomposición química del aglutinante que recibe el nombre de "síndrome del residuo pegajoso". El principal factor de esta reacción es la hidrólisis, que a menudo da nombre al fenómeno. Se caracteriza por un depósito pegajoso, de color marrón o lechoso, en los cabezales y en las guías fijas del reproductor, a menudo acompañado de un chirrido audible y de una reducción en la calidad del sonido reproducido. La hidrólisis implica la rotura de un enlace químico a través de la introducción de agua y, siempre que no se haya producido posteriormente una recombinación irreversible, las reacciones hidrolíticas son, teóricamente, reversibles mediante el simple proceso de eliminación total del agua. Un sistema utilizado a menudo en el tratamiento de cintas hidrolizantes consiste en calentar la cinta en una cámara profesional a una temperatura estable de unos 50° C y al 0% de humedad relativa entre 8 y 12 horas. La temperatura de 50° C es probablemente igual o superior a la temperatura de transición vítrea del aglutinante de la cinta, pero no se sabe con certeza si eso tiene un efecto a largo plazo sobre las características físicas de la cinta, una vez haya vuelto a la temperatura ambiente. Sólo se tiene que llevar a cabo cuando resulta absolutamente necesario. El restablecimiento de las condiciones originales puede resultar ser temporal, pero tendría que ser suficiente para permitir la reproducción de la cinta con el objetivo de digitalizarla.

Cada fabricante utiliza su propia fórmula para crear la capa magnética. Esta capa está formada por un aglutinante (compuesto de un poliéster-poliuretano o de policloruro de vinilo), aditivos (humectantes, lubricantes, fungicidas, plastificantes, antiestáticos, limpiadores de los cabezales...) y las partículas magnéticas que registran el sonido (un 7% del total), habitualmente de óxido de hierro gamma (γ -Fe₂O₃).

Los aglutinantes y los aditivos se han identificado como la parte de la cinta más susceptible a la descomposición química; su deterioro es más rápido que el del sustrato, en condiciones habituales. Los lubricantes normalmente se añaden al aglutinante para reducir la fricción de la capa de cobertura magnética de la cinta. Los lubricantes utilizados en algunas cintas son líquidos oleosos volátiles y se evaporan lentamente con el tiempo. Algunos lubricantes también están sujetos a la degradación por hidrólisis y oxidación. La información almacenada en cintas magnéticas degradadas de manera severa puede ser recuperada, en casos específicos, después de incorporar un lubricante a las cintas. Es una intervención que se debe hacer con cuidado. Si una cinta está sobrelubricada, el exceso de lubricante en la superficie de la cinta actuará como residuo y aumentará el espacio entre la cinta y el cabezal de lectura, causando pérdidas de señal y, por lo tanto, de información.

CINTAS ENCAPSULADAS

Casete, microcasete y cartucho sonoro

Son cintas de almacenamiento magnético. Los casetes compactos consisten en dos bobinas en miniatura entre las cuales se pasa una cinta magnética. Estas bobinas, y sus otras piezas, se encuentran dentro de una carcasa plástica protectora. Podemos encontrar cuatro tipos: las primeras son cintas tipo I o de tipo normal (Fe₂O₃), en segundo lugar encontramos las cintas de tipo II (CrO₂ o Fe₂O dopado con cobalto); en tercer lugar tenemos las cintas tipo III (Fe₂O₃+CrO₂) y, en último lugar, las cintas tipo IV o de metal (hierro puro). Esta última es

⁹ <http://www.playstereo.com/product_info.php?cPath=12_46&products_id=1097> [Consulta: 27 octubre 2014].

la que tiene la emulsión más inestable de las cuatro. La de tipo III tiende a perder el recubrimiento de dióxido de cromo más externo, que se desmenuza como un polvo blanco muy difícil de quitar de los cabezales de lectura.

El microcasete o microcinta es un formato de registro de sonido en cinta magnética que funciona de la misma manera que un casete normal, sólo que es mucho más pequeña (un cuarto de un casete común). Por sus medidas ha sido un soporte valioso para hacer registros de voz hablada, como por ejemplo, entrevistas. ¹⁸ [pág. 139]

El término cartucho sonoro es una denominación genérica que pretende abarcar los sistemas de cinta magnética no incluidos en los apartados anteriores. Normalmente, se trata de una sola bobina de cinta con un envoltorio plástico rígido. Una unidad de cinta que utilice cartuchos de una sola bobina tiene otra bobina en la unidad, mientras que las de casetes tienen la bobina de arrastre en el casete. En otro tipo, la cinta está montada en bucle, de tal manera que no tiene fin, aunque también encontramos cintas con dos bobinas sin bucle pero de formatos diferentes del casete o microcasete.

DAT y DCC

Éstas son cintas de almacenamiento digital. DAT es el acrónimo en inglés de *Digital Audio Tape* y estaba dirigida a profesionales. En castellano se denomina Cinta de Audio Digital. En apariencia es similar a un casete compacto, con 4 mm de cinta magnética encerrados en una carcasa protectora, pero sus medidas (73x54x10,5 mm) son aproximadamente la mitad de las del casete compacto. Como su nombre indica, el registro es digital en lugar de analógico (como son los formatos anteriores). Algunos DATs prerregistrados utilizan la cinta ME (metal evaporado).

La DCC (*Digital Cassette Compact*) estaba destinada a particulares, pero tenía una grave desventaja: sólo podía ser grabada una vez y se dejó de fabricar en 1996. Sus dimensiones son similares a las de un casete.

La limpieza puede hacerse con máquinas de limpieza específicas para cintas magnéticas pero, en el caso de las cintas digitales, es una tarea muy delicada porque son cintas más finas y, por lo tanto, más frágiles. También cabe mencionar que son eficaces para cintas con un nivel moderado de contaminación. Para niveles altos de suciedad es recomendable limpiar por aspiración o a mano. Las técnicas de restauración, y los potenciales problemas, son similares para todas las cintas magnéticas, pero como la base, el aglutinante y los materiales magnéticos se encuentran en constante evolución, cualquier proceso de restauración se debe probar y aprobar para el soporte en cuestión.

Las cintas digitales con aglutinante de uretano de poliéster pueden sufrir hidrólisis (como las cintas analógicas). Cualquier intento de revertir la alteración tiene que ser hecho en un horno al vacío o en una cámara ambiental diseñada para esta intervención.

DISCO DURO

Está formado por diversos discos apilados, normalmente de aluminio o vidrio, recubiertos de un material ferromagnético y que giran en un eje. La unidad está cerrada e incluye el disco, el motor que hace girar los platos y un juego de cabezales de lectura/escritura que permite grabar la información modificando las propiedades magnéticas del material de la superficie. Antiguamente, se había utilizado óxido de hierro III como material magnético pero, en los discos actuales, se utiliza una aleación a base de cobalto.

En las unidades de disco modernas, el pequeño tamaño de las regiones magnéticas hace que sea posible que pierdan su estado magnético a causa de los efectos térmicos. Para contrarrestar este peligro, los platos están recubiertos por dos capas magnéticas paralelas, separadas por una capa de rutenio (un elemento no magnético) de un grosor de tres átomos, mientras que las dos capas de material magnético son magnetizadas en sentido opuesto para reforzarse mutuamente.

El problema más habitual es que el disco duro no sea accesible. La heterogeneidad de los materiales utilizados hacen que sea muy difícil el diagnóstico sin medios especializados de alta tecnología. Con tal de preservar indefinidamente la información digital, se deben hacer transcripciones periódicas de los medios tradicionales a otros nuevos, no sólo porque los soportes no son estables, sino también porque la tecnología de grabación y/o reproducción puede llegar a ser obsoleta.

Como es habitual en estas últimas tecnologías, no se contempla la restauración del soporte sino la substitución de piezas originales. Para la recuperación de los archivos digitales hay empresas especializadas en la recuperación de datos de discos duros no accesibles (porque ya no funcionan). Se trata de un proceso muy caro por las especificaciones técnicas de alto nivel que son necesarias en un laboratorio para realizar la recuperación.

DISQUETE, ZIP Y MAGNETO-ÓPTICOS (MINIDISC)

Los disquetes ya no se utilizan desde 2006 a causa de su poca capacidad (1,44 Mb), de su lentitud y, sobre todo, de su inconstancia. Fueron durante mucho tiempo el medio más popular de almacenamiento externo de los archivos. El ZIP fue un formato de más capacidad.

Magneto-ópticos: Minidisc y disco óptico

El láser del grabador/reproductor calienta la superficie hasta el punto Curie¹⁰ y es sólo en ese momento que los datos digitales se pueden grabar. El disco óptico supuso el primer formato más perdurable que el meramente magnético.

El Minidisc es un disco magneto-óptico digital de menor medida que los CD convencionales y de más capacidad, en comparación. Es regrabable. El disco se compone de un material ferromagnético sellado debajo de una capa de plástico. Por la necesidad de llegar a una temperatura determinada para cambiar el magnetismo, es más difícil perder datos, pero no imposible.

DISCOS ÓPTICOS: CD, DVD Y SACD

Se han agrupado estos formatos porque son variaciones de un mismo soporte, se fabrican de la misma forma y tienen los mismos materiales constitutivos. Se hablará más profusamente del formato CD, pero sus características pueden ser aplicadas a las de otros formatos.

En 1983 apareció el disco compacto (CD) con el argumento comercial de su indestructibilidad. Se defendía porque no había contacto físico entre la lente y el disco, no se rayaba y podía estar cerca de campos magnéticos porque no desaparecía la información. El disco compacto es un disco de 1,2 mm de grosor cubierto de una capa de aluminio reflectante y una base de policarbonato, sobre esta superficie actúa un rayo láser y graba los huecos. Una vez registrada la información, ésta se protege mediante una nueva capa acrílica formada por lacas y plásticos que intentan evitar que las marcas (*land* y *pits*) se borren (si se llenan los huecos) o que se creen nuevos huecos. Durante la grabación, un infrarrojo emite un rayo láser hacia un espejo situado en el cabezal y la luz reflejada en el espejo atraviesa una lente y queda enfocada en un punto

¹⁰ Es la temperatura en la que el momento magnético intrínseco de un material cambia de dirección.

sobre la base de policarbonato. Esta luz enfocada va grabando huecos que contrastarán con las zonas donde no los hay. ¹⁹ [pág. 141] y ²⁰ [pág. 141]

Los puntos (tanto *land* como *pits*) tienen una amplitud de 0,6µ de profundidad. Estos puntos configuran un tipo de "código Morse" que será reinterpretado en la fase de reproducción durante la conversión de digital a analógico.

El SACD (*Super Audio CD*) es un híbrido entre CD y DVD, concebido sólo para audio, que permite reservar una zona dentro del disco para otros datos visuales.

Los discos grabables normalmente tienen una capa de grabación de tinte orgánico entre el sustrato y la capa reflexiva. La capa de registro se compone de un material en cambio de estado, la mayoría de las veces es una aleación de plata, indio, antimonio y telurio.

Todos estos discos tienen un formato de 12 cm de diámetro y constan de tres capas: un sustrato de policarbonato transparente, una capa de colorante o tinte y una capa reflectante.

A pesar de que muchos metales serían adecuados para ser utilizados como capa reflectante, generalmente sólo dos se han utilizado en CD y DVD registrables: oro o plata. La combinación del surco del colorante grabado o quemado con la capa reflectante modula el láser de lectura de la misma manera que lo hacen los minúsculos alveolos moldeados por inyección en la capa reflectante de aluminio de un CD-ROM. Los tres colorantes orgánicos comunes utilizados en los discos registrables son la ftalocianina (transparente en los discos de oro y de color verde claro en los de plata), la cianina (aparece verde en los discos de oro y azul en los de plata) y el azo (diferentes tonos de azul).

Las alteraciones de estos discos pueden dividirse en tres categorías:

- Degradaciones químicas: se producen por la inestabilidad de ciertos componentes.
- Degradaciones mecánicas: aquí se pueden incluir la delaminación de la capa de registro o de la tinta, de tal manera que se generan microgrietas, la delaminación del barniz protector, la oxidación y corrosión de la capa reflectante o la destrucción física del disco provocada por ciclos climáticos sin control.
- Degradaciones de las propiedades ópticas: coloración (amarilleamiento), pérdida de la reflectividad, aumento de la birefractancia.

En 2002 apareció la noticia de la existencia de un hongo (*geotichum candidum*) que se alimenta del carbono y el nitrógeno del policarbonato y estropea la capa de aluminio. Sólo es activo en climas tropicales, extremadamente cálidos y húmedos (90% HR y 30° C).¹¹

A diferencia de otros sistemas, la mayoría de los discos ópticos no tienen integrada una carcasa protectora y, por lo tanto, son susceptibles a sufrir problemas derivados de manipulaciones poco cuidadosas que pueden causar rayadas, fisuras, huellas y otras alteraciones.

La Biblioteca del Congreso de los EUA ha empezado un estudio para conocer la vida útil del CD, con el objetivo de mejorar su conservación. Estudian caso por caso, porque los fabricantes van cambiando sus procesos de producción pero no los comunican. Lo que intentan es predecir, en términos

de colecciones, qué tipos de CD son los discos de más riesgo porque, incluso CDs fabricados por la misma empresa, el mismo año y protegidos por sistemas idénticos, pueden tener esperanzas de vida totalmente diferentes, según pruebas de envejecimiento acelerado que se han llevado a cabo.

MEMORIA FLASH

La demanda creció exponencialmente por el uso de las cámaras digitales y otras aplicaciones para el almacenamiento de datos, como por ejemplo reproductores de MP3 o los teléfonos móviles de última generación, en los cuales es posible el almacenamiento de datos e imágenes.

Actualmente, lo que llamamos "pen de memoria" es uno de los soportes más utilizados para transportar información, junto con los discos duros portátiles, cuando se necesita más capacidad. Ofrecen una gran resistencia a los golpes, un bajo consumo y son muy silenciosos, ya que no contienen ni partes mecánicas ni partes móviles.

Las memorias flash se basan en circuitos eléctricos en miniatura (los chips de memoria flash no son más grandes que una uña) con la siguiente estructura: una matriz donde se encuentran pequeñas células que contienen cargas eléctricas utilizadas para representar 0 y 1. Hoy en día (2015), algunos fabricantes de ordenadores ya han substituido el disco duro por una memoria flash de alta capacidad. Cada celda de memoria se compone de un solo transistor de un tipo particular, llamado "parte flotante", preparado a base de óxido de silicio.¹² Las conducciones se hacen de silicio, oro y aluminio; las más modernas contienen germanio y arseniuro de galio. El conjunto va dentro de una carcasa de plástico.

La pérdida de datos puede ser causada porque la carga eléctrica almacenada, que representa la información, no esté perfectamente aislada y puede desaparecer al cabo de un cierto tiempo. Otra razón puede ser una avería de la memoria, como cualquier otro mecanismo, un problema de programación del sistema operativo o un error de manipulación de datos por parte del usuario o del reproductor/grabador. Además, las tarjetas de memoria flash están diseñadas para soportar descargas electrostáticas de gran magnitud pero las descargas electrostáticas o ESD (*electrostatic discharge*), de magnitud extrema, pueden causar daños. Se han hecho pruebas que demuestran que los equipos de inspección de rayos X de los aeropuertos no les afectan, pero sí las inspecciones por radiaciones de algunos servicios de correo, por lo que sería conveniente evitarlos para el transporte de memorias flash.

RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN

Manipular con guantes. No reproducir los originales, salvo que sea para hacer una copia y, en este caso, hacerlo en equipos adecuados en perfectas condiciones. Evitar la exposición a fuentes de luz y de calor. Almacenar en estanterías preferentemente metálicas (esmaltadas al horno) o de plásticos inertes (por ejemplo, tereftalato de polietileno) en lugares ventilados. Conservar en ambientes libres de polvo y de gases contaminantes. Evitar la madera y los aglomerados por las posibles emanaciones de formaldehído. Es necesario utilizar fundas y cajas de material de conservación, preferentemente con reserva alcalina. ²¹ [pág. 142]

CONCLUSIONES

El eje vertebral de la transmisión del patrimonio sonoro se basa en la necesidad de hacer copias de los registros para que sean éstas las reproducidas cuando se produce una consulta del documento. Cada reproducción es una exposición a agentes de alteración y son más peligrosas cuanto más antiguos son los soportes. Afortunadamente, hoy en día hay

¹¹ <http://www.researchgate.net/publication/226864446_Fungal_bioturbation_paths_in_a_compact_disk> [Consulta: 27 octubre 2014].

¹² <<http://www.01net.com/editorial/294823/comment-ca-marche-la-memoire-flash/>> [Consulta: 27 octubre 2014], <<http://www.shiba.es/?p=21>> [Consulta: 27 octubre 2014].

¹³ <<http://www.nedcc.org/audio-preservation/irene-blog/>> [Consulta: 27 octubre 2014].

¹⁴ Ver Bill Klinger, *Cylinder Records: Significance, Production and Survival* (2007), <<http://www.loc.gov/rr/record/nrpb/pdf/klinger.pdf>> [Consulta: 5 octubre 2014].

¹⁵ Ver la referencia <<http://bic.cat/?u=af402>> [Consulta: 5 octubre 2014]. Si se quiere saber cómo los cilindros llegaron a la Biblioteca, ver la entrada en el blog de la BC, <<http://www.bnc.cat/El-Blog-de-la-BC/Rescatada-de-l-oblit-la-veritable-historia-d-uno-col-leccio-de-cilindres-de-l-Obra-del-Cançoner-Popular-de-Catalunya>> [Consulta: 5/10/2014]. Si se desean

consultar las referencias en el catálogo, ver <http://cataleg.bnc.cat/search-S12*cat/?searchtype=X&searcharg=Materials+%28Obra+del+Can%C3%A7oner+Popular+de+Catalunya%29+cilindre&searchscope=12&SORT=A&extended=0&UBMIT=Cerca&searchlimits=&searchorigarg=tMaterials+%28Obra+del+Can%7Bu00E7%7Doner+Popular+de+Catalunya%29+cilindre> [Consulta: 5 octubre 2014].

¹⁶ Un proyecto que, patrocinado por Concepció Rabell y dirigido por su albacea y mecenas Rafael Patxot Jubert (Sant Feliu de Guíxols, 1872 - Ginebra, Suiza, 1964), tenía que recoger las canciones, fábulas, refranes, danzas y entremeses populares de todos los territorios de habla catalana. Palmira Jaquetti recogió material hasta 1940. La publicación de los *Materiales de la Obra por la Abadía de Montserrat* nos ha permitido documentar las discusiones sobre el uso de cilindros de cera.

sistemas para hacer copias donde no se produce ningún contacto físico entre el reproductor y el soporte.

Es más habitual encontrar mucha información sobre conservación y/o restauración del documento sonoro pero atendiendo sólo al contenido documental y no al soporte. Esto quizás significa que, en el campo sonoro, se es consciente de las pocas posibilidades de reintegración por dos razones básicas: la primera sería que estaríamos hablando de manipulaciones que requieren tecnologías no disponibles de manera habitual; la segunda sería la imposibilidad real de reintegrar aquello que ha desaparecido y de lo cual no se tienen referencias reales.

Otra cuestión es la condición de dependencia del documento sonoro de una maquinaria de reproducción en perfecto estado de funcionamiento, tanto para garantizar la mejor reproducción como para garantizar que el equipo no degrade el soporte al reproducirlo.

Por la secuencialidad inherente al concepto de sonoridad, la historia del registro ha estado siempre relacionada con un círculo girando sobre un eje o una cinta (también girando sobre un eje). Esta historia empieza con un concepto que se vuelve a recuperar en tiempos actuales y que es el tema binario. Los que consideramos como primeros soportes sonoros se basan en este sistema (el de las cintas perforadas, como es el caso de los rollos de pianola y de los discos perforados) tal como hacen los nuevos soportes, donde la digitalización también se basa en el sistema binario (0 y 1).

Parece que el futuro de la conservación y restauración del soporte sonoro pasa por la utilización de las nuevas tecnologías. No sólo las relacionadas con el audio, que resultan evidentes, sino las ópticas, las que tienen relación con la posibilidad de aumentar la cualidad de las imágenes que se toman de los soportes grabados. Si es posible captar las imágenes de mucha resolución (ya sean en 2D o en 3D), es posible retocarlas virtualmente, sin contacto entre el escáner y el soporte y, por lo tanto, sin poner en peligro el original.

Se ha podido acceder a información de dos sistemas ópticos, no aplicables a soportes magnéticos. El primero se ha utilizado, por ejemplo, en la restauración de discos laminados agrietados o de rollos de pianola. Se basa en coger imágenes bidimensionales de mucha definición para reintegrar las grietas virtualmente utilizando unos programas específicos. Esto es posible porque la materia no ha desaparecido sino que se ha encogido. El segundo sistema se aplica a grabaciones verticales, como por ejemplo las de los cilindros, donde es necesaria una visión tridimensional. El sistema para la restauración virtual de los soportes sonoros, del cual se pueden encontrar más datos, recibe el nombre de IRENE¹³ y se encuentra vinculado con la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos y con el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley. Mediante colaboraciones con las más importantes fototecas, se están recuperando archivos que se daban por perdidos por encontrarse en un soporte muy deteriorado. ²² [pág. 143]

UN CASO PRÁCTICO: LA RESTAURACIÓN FÍSICA DE UN CILINDRO DE CERA

La actividad de la Biblioteca de Cataluña (BC) en materia de conservación y preservación es la que corresponde a cualquier institución patrimonial de carácter nacional. Es decir: abarca desde la limpieza y manipulación física de los documentos hasta el servicio de estos documentos al usuario —si es necesario, mediante un aparato que los pueda reproducir—, pasando por el mantenimiento de las condiciones en que éstos se almacenan. Esto implica asumir la responsabilidad de

preservar para el futuro tanto los soportes y los contenidos como sus reproductores. De aquí que sea imprescindible que, para garantizar el acceso, también sea necesario disponer de una copia digital, que también tendrá que ser preservada.

Un proceso puntual e intermedio a los de conservación y preservación es el de restauración. Es este proceso sobre el cual, tradicionalmente, en la Unidad de Sonoros y Audiovisuales de la BC no hemos podido trabajar por falta de profesionales catalanes formados convenientemente. Así pues, los documentos sonoros y audiovisuales o bien no se han restaurado o, con suerte, se han tenido que restaurar fuera de nuestra institución. Para ilustrar las dificultades de esta restauración de la documentación sonora, expondremos una experiencia singular llevada a cabo sobre un cilindro de cera grabado en 1926.

El cilindro de cera, un soporte físico nacido de la evolución de *tinfoil* inventado por Thomas A. Edison para fijar el sonido, es un documento sumamente frágil. De los centenares de cilindros vendidos alrededor del mundo entre 1887 y 1929, el experto en cilindros Bill Klinger calcula que sólo unas 300.000 unidades pueden haber sobrevivido en manos privadas o de instituciones.¹⁴ Es una proporción bastante grande si tenemos en cuenta su fragilidad, pero también lo suficientemente pequeña para que consideremos una prioridad su preservación. Si no lo hacemos corremos el riesgo de perder, entre otras informaciones, las posibilidad de estudiar los orígenes de un fenómeno importante —la huella del sonido— equiparable a la que en su momento nos permitió conservar la imagen fija o la imagen en movimiento.

La Biblioteca tiene una colección de unos 400 cilindros procedentes de diversos fondos. Uno de estos fondos consta de cinco unidades, producto de la tarea de *L'Obra del Cançoner Popular de Catalunya (1922-1936)*.¹⁵ Dos de estos cilindros se dejaron en préstamo para ser expuestos —previa su digitalización y seguro— en el Museo de Historia de Cataluña en noviembre del año 2005.¹⁶ Uno de ellos, *Tonada de llaurar* (interpretada por Antoni Pizà, de Santa Maria de Mallorca, en 1926) se rompió al manipularlo para ser colocado en la vitrina correspondiente. Afortunadamente, se rompió sólo en tres trozos lo bastante grandes para confiar que alguien los pudiera unir de nuevo. ²³ [pág. 144]

La compañía aseguradora ofreció la intervención de una profesional de la restauración que, a pesar de tener un currículum brillante y mostrar mucha disposición a hacerse cargo de la tarea, no tenía experiencia en la manipulación de cilindros ni de cualquier otro documento sonoro. Muy honestamente admitió que con su restauración podría garantizar recuperar el objeto pero no la información sonora, es decir, el contenido inmaterial.

Dos meses antes de este hecho, en septiembre de 2005, la Biblioteca de Cataluña había organizado el congreso y asamblea anuales de la *International Association of Sound and Audiovisual Archives* (IASA). Uno de los ponentes, Dafydd Pritchard, de la Biblioteca Nacional del País de Gales, mostró un vídeo de la restauración de un cilindro similar al nuestro, grabado en 1904 por un reverendo de nombre Evan Roberts. El cilindro presentaba una partición limpia transversal a los surcos, así como pérdida de masa de cera. El restaurador a quien se le confió la tarea de la recuperación fue el doctor Michael Khanchalian, un cirujano odontólogo americano que colecciona cilindros desde los catorce años. El cilindro viajó desde Gales hasta Pasadena, en Los Ángeles, donde el Dr. Khanchalian reside con su familia y su impresionante colección de cilindros, fonógrafos, rollos de pianola y cajas de di-

versos tipos de cera. El resultado de su intervención sobre el cilindro galés era espectacular: con herramientas pensadas para restaurar dientes y muelas, había aplicado cera nueva en las partes de la superficie donde faltaba. Una grapa y un quemador de laboratorio habían sido suficientes para conseguir acoplar las piezas por su parte interior, de manera que la intervención no afectase al surco.

El recuerdo de esta experiencia nos hace pensar en la posibilidad de resolver el problema de nuestro cilindro roto de manera similar. Antes, sin embargo, nos dirigimos a los coleccionistas catalanes de cilindros que conocíamos, el más experto de los cuales era Francesc Arellano, propietario de una tienda de antigüedades relacionadas con el sonido y la imagen en Barcelona. El señor Arellano, igual que la restauradora profesional, no pudo garantizar que se pudiera recuperar el sonido después de que intentase unir las partes. De hecho, él era un coleccionista de objetos, el contenido de los cuales no le importaba en exceso. Finalmente, y después de descartar que el cilindro se pudiera reparar con garantías documentales en España, la aseguradora accedió a que el documento viajase a casa del Dr. Khanchalian para ser restaurado.

Preparar el cilindro para el viaje no fue nuestra primera experiencia. Previamente al préstamo, como se ha comentado, todos los cilindros de la colección de *L'Obra del Cançoner* se tenían que llevar a digitalizar y esta tarea la había llevado a cabo en París Henri Chamoux, un ingeniero que había desarrollado un innovador lector de cilindros modernos, el Archeophon.²⁴ [pág. 144]

Fue el señor Chamoux quien nos aconsejó cómo preparar los cilindros para viajar:

- a) En primer lugar, hacía falta envolverlos con una tela fina para que no se zarandearan dentro de su propio estuche.
- b) Después, las cajas cilíndricas originales se debían colocar en una caja pequeña y sin que hubiera contacto entre ellas. A continuación, se debían llenar los huecos con tiras de papel de diario u otro material que pudiera aislar de los golpes.
- c) Finalmente, esta caja pequeña se debía colocar en una mayor, llenar los huecos del volumen para prevenir un posible movimiento brusco o golpe y, por último, sellarla.²⁵ [pág. 144]

El Servicio de Almacenamiento, Preservación y Conservación de la Biblioteca preparó el embalaje adecuado para este único cilindro, que tenía que viajar pasando por cuatro controles de aeropuerto (Barcelona, Londres, Ciudad de México y Los Ángeles). El hecho de que el viaje se hiciera en las fechas próximas al 11-S y a Estados Unidos, nos obligaba a garantizar una inspección cómoda del paquete.

Ya en Pasadena, el Dr. Khanchalian trató el cilindro como si fuera una joya. En primer lugar, se lavó las manos, ya que su técnica consiste en comprobar si la unión de los surcos es correcta al tacto.¹⁷ En segundo lugar, extendió todo lo necesario sobre la mesa, cubierta con una tela de terciopelo para evitar el contacto accidental del cilindro con la superficie dura de la mesa de madera. En tercer lugar, advirtió que nadie no experto puede tocar con los dedos la superficie de un cilindro. Esquemáticamente, su intervención consistió en tres fases:

Fase 1

- Preparación de los enseres de limpieza (trapos de vitela), reintegración matérica (ceras) y manipulación (pinzas, tenazas, grapas, quemador).

- Observación y limpieza de las partes a unir (selección del sector del cilindro donde colocar las grapas de unión).

Fase 2

- Colocación de la primera grapa en caliente y manipulación de los fragmentos hasta conseguir alinear los surcos.
- Tiempo de espera para enfriar la unión.
- Fijación con nuevas grapas y reintegración matérica de las lagunas.

Fase 3

- Reproducción del cilindro con la aguja adecuada.¹⁸
- Digitalización.²⁶ [pág. 145], ²⁷ [pág. 145], ²⁸ [pág. 145], ²⁹ [pág. 145] y ³⁰ [pág. 145]

Ya terminadas las fases, el resultado de la digitalización posterior a esta restauración se comparó con la primera que obtuvimos en París. No es nuestra función evaluar en el ámbito sonoro este resultado, pero sí permitir que los usuarios puedan juzgar y comparar todos los elementos que intervienen en una buena reproducción: estado físico del documento, equipos de reproducción, agujas, cabezales, métodos de captura directa y posibilidad de restauración digital.

Después de esta experiencia hemos conocido a otros profesionales que se dedican a investigar sobre el tratamiento de soportes sonoros. Adela de Bara cita al ingeniero y músico Enric Giné, que se está convirtiendo en un auténtico experto en tratamiento de cintas magnéticas y digitalización de formatos de audio. Precisamente, porque lo consideramos un referente y un soporte para los profesionales de este ámbito, él es uno de nuestros principales asesores en materia de conservación y preservación, tanto del soporte físico como del resultado, el objeto digital.

Esperamos que, con la continua aportación de los alumnos de la ESCRBC, la experiencia mutua se vaya extendiendo.

WEBGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

CALAS, M.F.; FONTAINE, J.M. *La conservation des documents sonores*. París: CNRS Éditions, 1996.

CASEY, M. *The Field Audio Collection Evaluation Tool*. Indiana: Indiana University, 2007. PDF disponible en línea: <<http://www.dlib.indiana.edu/projects/sounddirections/facet/index.shtml>> [Consulta: 27 octubre 2014].

GINÉ I GUIX, E. *A methodology for audio ingestion, restoration and analysis in the sound archiving field: Application to mechanical recordings (Berliner 2110A, HMV AA172, HMV T6917/T6918)*. Barcelona: Tesina presentada en la Universitat Pompeu Fabra, 2013.

ST-LAURENT, GILLES. *El cuidado y manejo de grabaciones sonoras*. Caracas: National Library of Canada, 1998. Publicado en *Conservaplan*, nº 8. [En línea] <<http://www.bnv.gov.ve/pdf/Conser8.pdf>> [Consulta: 27 octubre 2014].

VAN BOGART, J.W.C. *Magnetic Tape Storage and Handling. A Guide for Libraries and Archives*. National Media Laboratory, 1995 [En línea] <<http://www.clir.org/pubs/reports/pub54/index.html>> [Consulta: 27 octubre 2014].

¹⁷ Hay que recordar que el grueso de un surco del cilindro de cera es de unos 0,9 mm. <<http://www.poppyrecords.co.uk/tec001/tec01.htm>> [Consulta: 16 octubre 2014].

¹⁸ Datos técnicos: utilización de cartucho Stanton con aguja flotante de la serie 500, sañir Thomas Edison original 1904 *Doorknob Sapphire* elíptico.

FOTOGRAFÍAS

Portada: Vista cenital de un cilindro, en el que se puede ver el lugar donde se grababa el nombre del contenido grabado (Fotografía: BC. SEPIC).

- 1 Línea temporal de la evolución de los soportes sonoros (Imagen: Adela de Bara).
- 2 Disco perforado (Fotografía: Tecnológica).
- 3 Dispositivo de tipo pianola con un rollo preparado para su reproducción (Fotografía: Daderot).
- 4 Caja de cilindro y muestra de su contenido: los fragmentos que constituyeron un cilindro (Fotografía: BC. SEPIC).
- 5 Superficie de un cilindro atacada por hongos. Se evidencia la desaparición de la cera (Fotografía: BC. SEPIC).
- 6 Caja preparada para el transporte de cilindros (Fotografía: BC. SEPIC).
- 7 Disco de pasta editado para *His Master's Voice* (Fotografía: Adela de Bara).
- 8 Disco de pasta fragmentado en su caja de almacenamiento, en la cual queda inmovilizado (Fotografía: BC. SEPIC).
- 9 Antigua consolidación hecha con una grapa, que sirvió para preservar el soporte, pero no para recuperar el contenido sonoro (Fotografía: BC. SEPIC).
- 10 Estado de una colección de discos después de un incendio (Fotografía: BC. SEPIC).
- 11 Disco laminado donde ya se ha producido una deslaminación por evaporación de los plastificantes. Se pueden observar las grietas que evidencian el principio de la degradación (Fotografía: BC. SEPIC).
- 12 Grietas sobre la superficie de un disco laminado cubierto de ácido palmítico (Fotografía: BC. SEPIC).
- 13 Imagen SEM del surco de un disco (Fotografía: University of Rochester).
- 14 Imagen SEM del surco de un disco (Fotografía: University of Rochester).
- 15 Cinta de acetato con los bordes curvados por un almacenamiento poco cuidadoso (Fotografía: BC. SEPIC).
- 16 La cinta magnética ha acidificado la caja protectora por contacto (Fotografía: BC. SEPIC).
- 17 Funda protectora con evidencias de un ataque fúngico (Fotografía: BC. SEPIC).
- 18 Microcasete (Fotografía: Sergio Panei Pitrau).
- 19 Material de protección degradado (Fotografía: BC. SEPIC).
- 20 Imagen SEM de la superficie de un CD (Fotografía: University of Rochester).
- 21 Condiciones recomendadas de temperatura y humedad relativa según el soporte (Imagen: Adela de Bara).
- 22 Disco de cartón cubierto de cera con una grabación de Graham Bell, que fue recuperada por el ingeniero Carl Haber mediante la tecnología del proyecto IRENE (Fotografía: The Smithsonian Institution <<http://americanhistory.si.edu/blog/alexander-graham-bell-facts>> [Consulta: 16 octubre 2014]).
- 23 Cilindro de Antoni Pizà, roto (Fotografía: BC. SEPIC).
- 24 Archeophon (Fotografía: <http://www.archeophone.org/warcheophone_specifications.php> [Consulta: 16 octubre 2014]).
- 25 Cajas de transporte de cilindros (Fotografía: BC. SEPIC).
- 26 Cilindro envuelto (Fotografía: Vlastan Radan. Cortesía del *Autry National Center of the American West*, Los Angeles, CA).
- 27 Michael Khanchalian trabajando (Fotografía: Vlastan Radan. Cortesía del *Autry National Center of the American West*, Los Angeles, CA).
- 28 Fonógrafo original con cabezal adaptado para digitalización. La aguja es de fabricación especial (Fotografía: Vlastan Radan. Cortesía del *Autry National Center of the American West*, Los Angeles, CA).
- 29 Resultado exterior (surcos) de la restauración del cilindro de *L'Obra del Cançoner Popular de Catalunya, Tonada de llaurar* (Fotografía: BC. Digitalización).
- 30 Resultado interior (con detalle de la grapa) de la restauración del cilindro de *L'Obra del Cançoner Popular de Catalunya, Tonada de llaurar* (Fotografía: BC. Digitalización).