

# **Aproximación interdisciplinaria al trabajo con documentos sonoros. Estudio de caso: las grabaciones de campo de Lauro Ayestarán.**

Tecnologías de la información aplicadas a la gestión documental

**Ignacio Irigaray<sup>1</sup>; Federico Sallés<sup>2</sup>**

## **RESUMEN**

Desde fines del siglo XIX las grabaciones de sonido aumentaron las posibilidades y el alcance de la musicología y la documentación musical. En el Uruguay se destaca la figura de Lauro Ayestarán, quien entre 1943 y 1966 realizó más de 3000 grabaciones de campo por todo el territorio nacional. Esas grabaciones se conservan hoy en versión digital en el Centro Nacional de Documentación Musical (CDM). La digitalización fue realizada hace 25 años en soporte DAT, continuando una larga secuencia de sucesivos respaldos. Algunos de esos documentos sonoros se conservan también en el CDM en su soporte original, en cinta magnética y en disco de 78 rpm.

Teniendo en cuenta que el paso del tiempo deteriora los soportes físicos y que la información puede haberse alterado con los sucesivos respaldos, surge la necesidad de re-digitalizar a partir de los materiales originales -o de sus mejores copias- con las herramientas disponibles actualmente. Ese trabajo de re-digitalización es un procedimiento de varias partes, que involucra: i- conocer el origen de los diferentes materiales y su lugar en la genealogía, la historia técnica de esos respaldos, cuándo y cómo fueron realizados; ii- estar al día con los procedimientos de limpieza, digitalización y tratamiento digital, dinámicos y en constante desarrollo, para obtener los mejores resultados posibles; iii- ser creativos en la búsqueda y aplicación de soluciones, generando nuevos procedimientos que aporten al trabajo de la institución y al conocimiento general sobre estos temas. El esfuerzo es necesariamente interdisciplinario, debiendo dialogar el trabajo de archivo musical con el de la ingeniería.

El Ministerio de Educación y Cultura, a través de la Comisión del Patrimonio Cultural de la

1 *Departamento de Procesamiento de Señales, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República – Uruguay – irigaray@fing.edu.uy*

2 *Centro Nacional de Documentación Musical Lauro Ayestaran, Archivo General de la Nación, Ministerio de Educación y Cultura – Uruguay – federicosalles@gmail.com*

Nación, decretó que este 2019 estará dedicado al centenario del nacimiento de Amalia de la Vega, fundamental compositora e intérprete. En ese marco, el CDM se propuso re-digitalizar las grabaciones que Lauro Ayestarán le realizara hacia 1949 en disco de 78 rpm. Se trata de una oportunidad para poner la técnica y la experimentación al servicio de la recuperación de un valiosísimo acervo para el país. A partir de ese proyecto hemos puesto a prueba el procedimiento de limpieza y hemos desarrollado algoritmos para el tratamiento digital que restauran deterioros específicos en las grabaciones.

## **INTRODUCCIÓN**

Entre 1943 y 1966 el musicólogo Lauro Ayestarán (Montevideo, 1913 - Montevideo, 1966) se dedicó a la tarea de recoger músicas populares y tradicionales en el Uruguay, recorriendo el país con grabadores de sonido (Figura 1). Se trató de un emprendimiento único en su alcance que dejó como legado más de 3000 registros sonoros, fichas de esos registros, pautaciones de letras y transcripciones de melodías, negativos fotográficos y ampliaciones en papel, numerosos artículos, un libro fundamental -el primer tomo de “La música en el Uruguay”-, planillas estadísticas, carpetas temáticas, esquemas, mapas, catálogos. Se trata -el conjunto de esos materiales- de un documento único que brinda las herramientas para entender quiénes somos en materia musical. Las grabaciones incluyeron el repertorio de las músicas “criollas” y de las danzas “acriolladas”, el candombe, la murga, el repertorio infantil, el tango, el repertorio “norteño”, los pregones de oficios callejeros, el canto de los carreros.

Tras la repentina muerte de Ayestarán, esos y otros materiales quedaron en manos de la familia o en los archivos de las instituciones a las que el musicólogo se había ido vinculando en diferentes etapas de su labor. En 2002 el Ministerio de Educación y Cultura (MEC) decide tomar a su cargo el valiosísimo acervo que la familia había custodiado durante casi 40 años. Sobre la base de esa adquisición, el MEC fundó en 2009 el Centro Nacional de Documentación Musical Lauro Ayestarán (CDM). En 2010 se inaugura la sede, donde son trasladados los documentos y objetos para comenzar los trabajos de conservación, inventario, clasificación y digitalización. Desde entonces el CDM también se ha dedicado activamente a difundir la labor de Ayestarán, publicando libros, folletos, fonogramas y videos, brindando charlas y conferencias, confeccionando y manteniendo una página en internet de la institución.

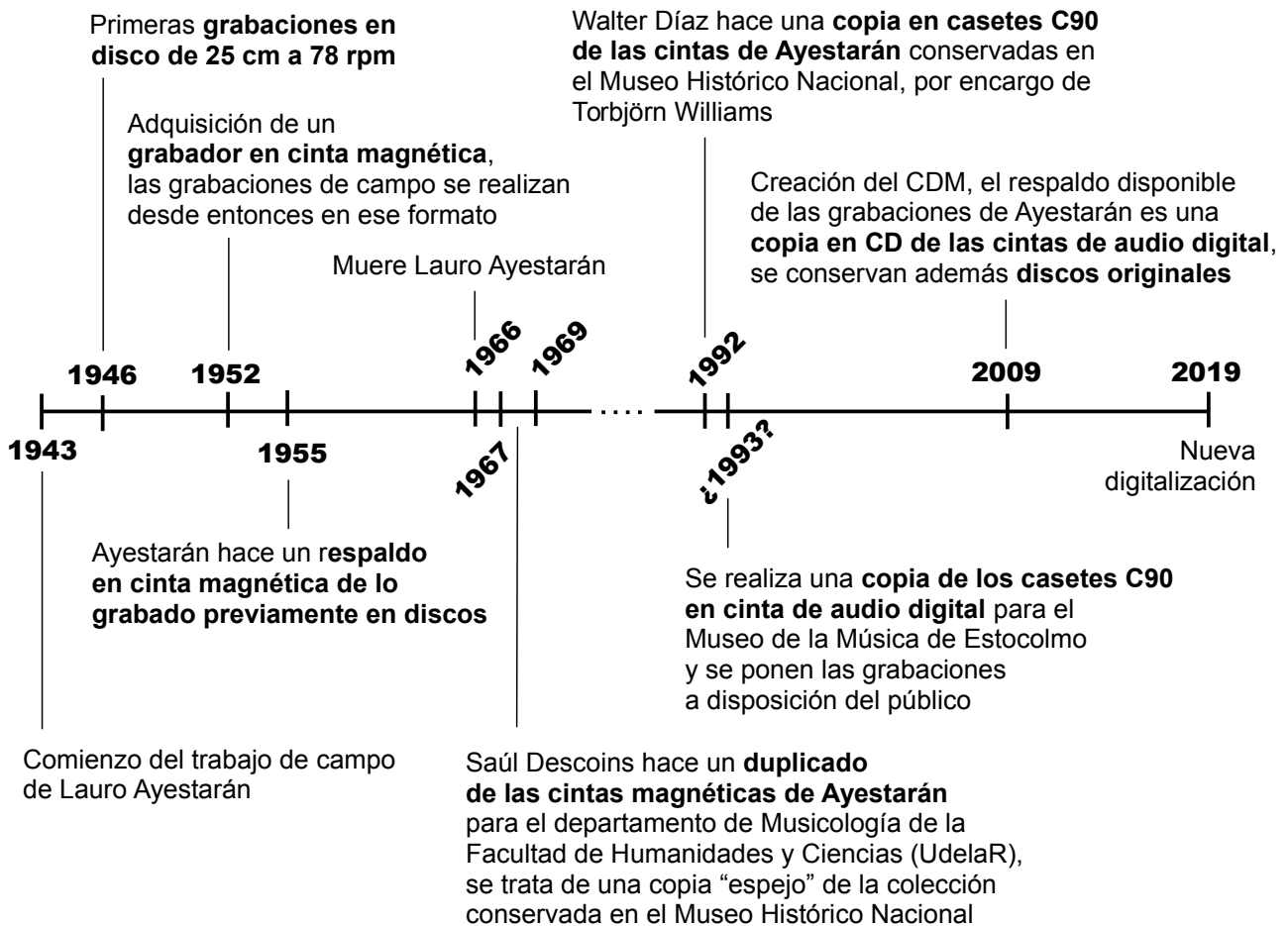


**Figura 1:** Lauro Ayestarán grabando a Ramón López. Aguas Corrientes, departamento de Canelones. 14 de enero de 1962. Foto: Juan Carlos Santurión. Archivo del CDM.

En relación a las grabaciones de campo ayestaranianas, el CDM dispone de esos documentos sonoros en diferentes formatos. Por un lado, se conservan algunos de los registros en su soporte original en cinta magnética de carrete abierto y en disco de acetato de base metálica de 25 cm de diámetro, grabados a 78 rpm (Figura 2). Por otro lado, se dispone de una digitalización de la colección integral de grabaciones de campo. Esa digitalización fue realizada hace 25 años en soporte DAT, a partir de los casetes C90 donde se había respaldado a alta velocidad -10 veces superior a la original- una copia de las cintas magnéticas conservadas en el Museo Histórico Nacional (MHN) (Williams, 1993) (Figura 3). Las grabaciones digitalizadas son un insumo fundamental para la institución, que ayuda a poner esos materiales a disposición de investigadores y público en general. Pero la intrincada genealogía de los sucesivos respaldos obliga a revisar los casos en que se dispone de los soportes originales para saber si es posible llegar a mejores resultados con un procedimiento actual de limpieza, digitalización directa de esos originales y procesamiento digital.



**Figura 2:** Cinta magnética de carrete abierto y disco de acetato de base metálica de 25 cm de diámetro, utilizados por Lauro Ayestarán para el registro sonoro. Archivo del CDM.



**Figura 3:** Cronología de los formatos utilizados por Lauro Ayestarán para el registro sonoro durante su trabajo de campo y de los diferentes respaldos de la colección de grabaciones generada por el musicólogo.

Entre los originales que se conservan en disco de 78 rpm están las doce grabaciones que Ayestarán le realizara a Amalia de la Vega en 1949. Tratándose de una figura tan relevante en la historia de la música en nuestro país, esos registros inéditos tienen una importancia particular. Por otra parte, en 2019 se cumplen los 100 años del nacimiento de la cantante y el MEC, a través de la Comisión del Patrimonio Cultural de la Nación, decretó que el Día del Patrimonio se celebrará bajo el lema “La música del Uruguay: 100 años de Amalia de la Vega”. En ese contexto el CDM se ha propuesto la limpieza, redigitalización y procesamiento digital de esos registros en particular. El trabajo está enmarcado en las tareas de limpieza y digitalización de discos de 78 rpm que el CDM y la Facultad de Ingeniería vienen llevando a cabo desde 2018, que comenzaron con grabaciones históricas de murga del año 1949 y continuaron con Pedro Ferreira y su Orquesta Cubanacán (Irigaray, 2018). Además del valor intrínseco de tener esos materiales digitalizados y a disposición, esas tareas de recuperación sirven para poner a prueba procedimientos y metodologías, puliendo cada vez la ruta de trabajo y ajustando la teoría y la experiencia de restauración a cada caso particular.

## **METODOLOGÍA**

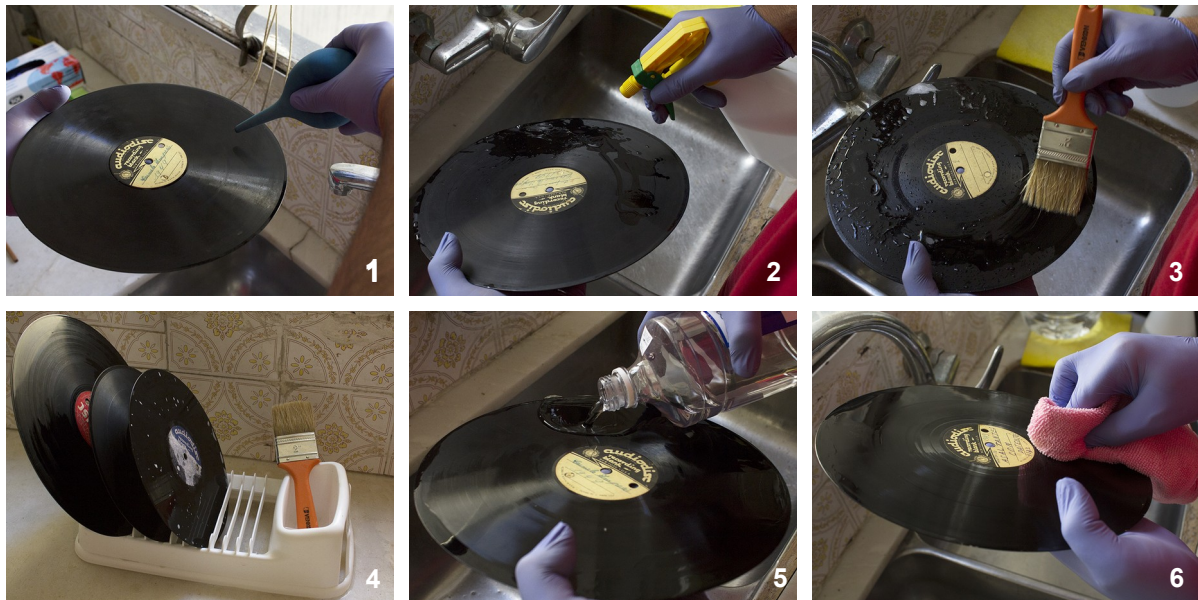
### **1. Limpieza**

Para lograr una correcta digitalización es necesario que el material esté limpio. El procedimiento utilizado se adaptó del método propuesto por el Northeast Document Conservation Center (“Cleaning Lacquer Discs”, 2018). Se comienza realizando una inspección ocular del disco para evaluar su estado. Al manipular los discos es obligatorio la utilización de guantes de nitrilo para no contaminar la superficie con grasa y suciedad presente en nuestras manos. Las siguientes etapas estarán condicionadas por esta inspección. No es recomendable que los discos con signos de resquebrajamiento o grietas en la superficie entren en contacto con el agua, ya que esto podría acelerar el proceso de deterioro.

Utilizando una mezcla de agua desionizada con detergente (tensoactivo no iónico) al 0.5% se rocía el disco teniendo especial cuidado de no humedecer las etiquetas. Se deja reposar un par de minutos y se limpia utilizando un paño de esponja de celulosa. Se enjuaga con agua desionizada para remover la suciedad y los restos de detergente.



Finalmente se seca con un paño de micro-fibra y se deja reposar en un escurridor plástico por 30 minutos para que se seque completamente (Figura 4). El disco limpio es ensobrado y guardado en una caja de archivo (Figura 5).



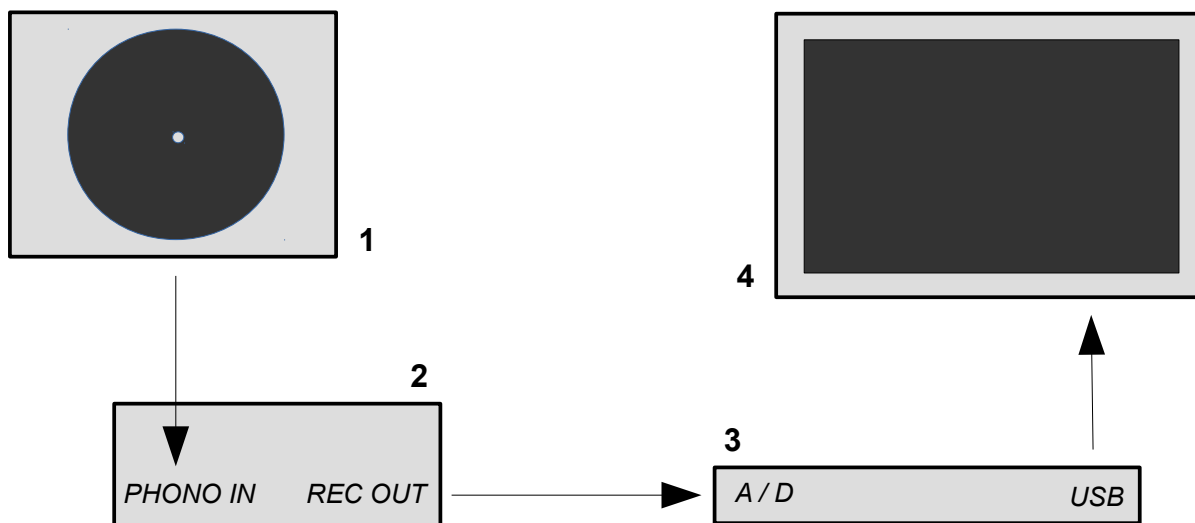
**Figura 4:** Procedimiento de limpieza para discos de 78 rpm: 1- limpieza superficial con aire; 2- aspersión de una solución de agua desionizada con tensoactivo no iónico al 0.5%; 3- distribución uniforme de la solución mediante pincel; 4- reposo en escurridor durante 5 minutos; 5- enjuague del disco con agua destionizada para remover la solución aplicada; 6- secado con paño de micro-fibra, con posterior reposo en escurridor durante 30 minutos.



**Figura 5:** Disco de acetato de base metálica de 25 cm de diámetro utilizado por Lauro Ayestarán para grabar a Amalia de la Vega en 1949, antes (izquierda) y después (derecha) de la limpieza.

## 2. Digitalización

Para la digitalización se utilizó un tocadiscos marca Audio-Technica modelo AT-LP1240-USB. Para el material de 78 rpm se utilizó una pastilla y púa Grado 78E. La salida analógica del tocadiscos fue conectada a la entrada *phono* de un sintonizador Yamaha AX-497 (Figura 5). La salida para grabación del sintonizador fue conectada a una interfase de audio RME Fireface 802 y finalmente el audio fue capturado a una tasa de muestreo de 96 kHz con una resolución de 24 bits mediante el programa Audacity. Vale aclarar que el tocadiscos utilizado permite la conexión directa mediante USB a la computadora, evitando el uso de un preamplificador y una interfase de audio. Sin embargo, durante las pruebas realizadas los resultados obtenidos mediante ese método fueron notoriamente inferiores a los obtenidos por el método descrito anteriormente.



**Figura 6:** Esquema de conexión de un sistema de digitalización de discos: 1- bandeja tocadiscos; 2- sintonizador; 3- interfase analógico-digital de audio; 4- computador.

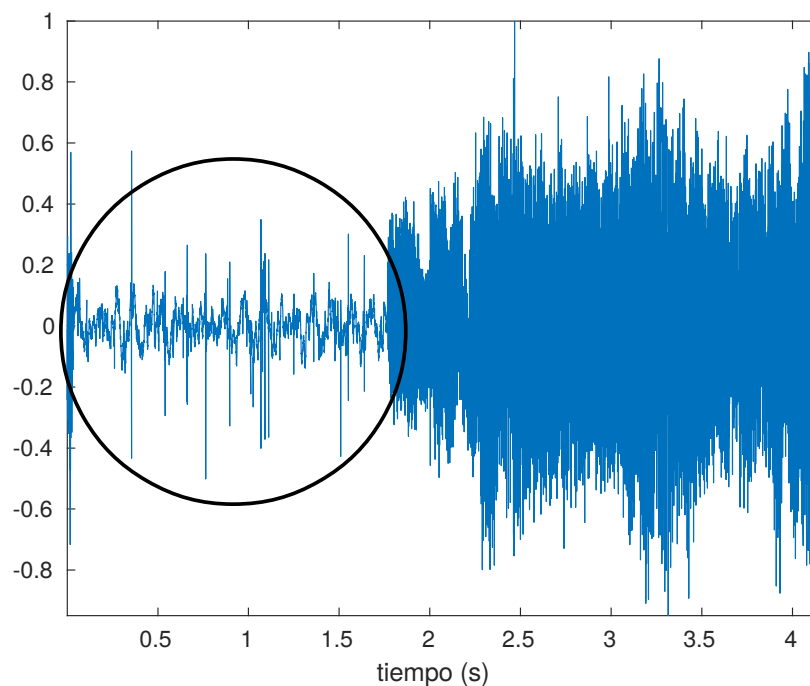
## 3. Restauración digital

Los defectos presentes en estas grabaciones pueden clasificarse a grandes rasgos en dos categorías: globales y localizados. Los defectos globales pueden ser de varios tipos: i- ruido de banda ancha, asociado principalmente con las imperfecciones de la superficie del disco; ii- ruido de baja frecuencia, asociado a la vibración generada por motores del equipo de grabación y de reproducción; iii- distorsiones, asociadas a no-linealidades presentes en la cadena de grabación. Estas imperfecciones están presentes a lo largo de

toda la grabación. Existen métodos específicos para cada tipo de defecto, por ejemplo para mitigar el ruido de banda ancha en la actualidad se utilizan técnicas derivadas del algoritmo llamado sustracción espectral (Bol, 1979; Lu, 2008).

### 3.a. Sustracción espectral

Las técnicas de sustracción espectral fueron de las primeras propuestas para reducir el ruido de una grabación. Su hipótesis principal es que el ruido presente en la grabación es aditivo. Podemos obtener una estimación del espectro de la señal de interés sustrayendo de la grabación la estimación del espectro del ruido. Si las características del ruido son estacionarias y por lo tanto no varían a lo largo del tiempo, podemos obtener una estimación del espectro del ruido a partir de la propia grabación, cuando la señal de interés no está presente (Figura 7). El algoritmo se basa en la hipótesis de que el ruido no está correlacionado con la señal de interés. Al aplicar el algoritmo nos enfrentamos a una decisión de compromiso entre la cantidad de ruido a eliminar y la distorsión que podamos introducir a la señal.



**Figura 7:** Comienzo de una grabación con presencia de considerable ruido estacionario. En el tramo indicado con el círculo la señal de interés no está presente.

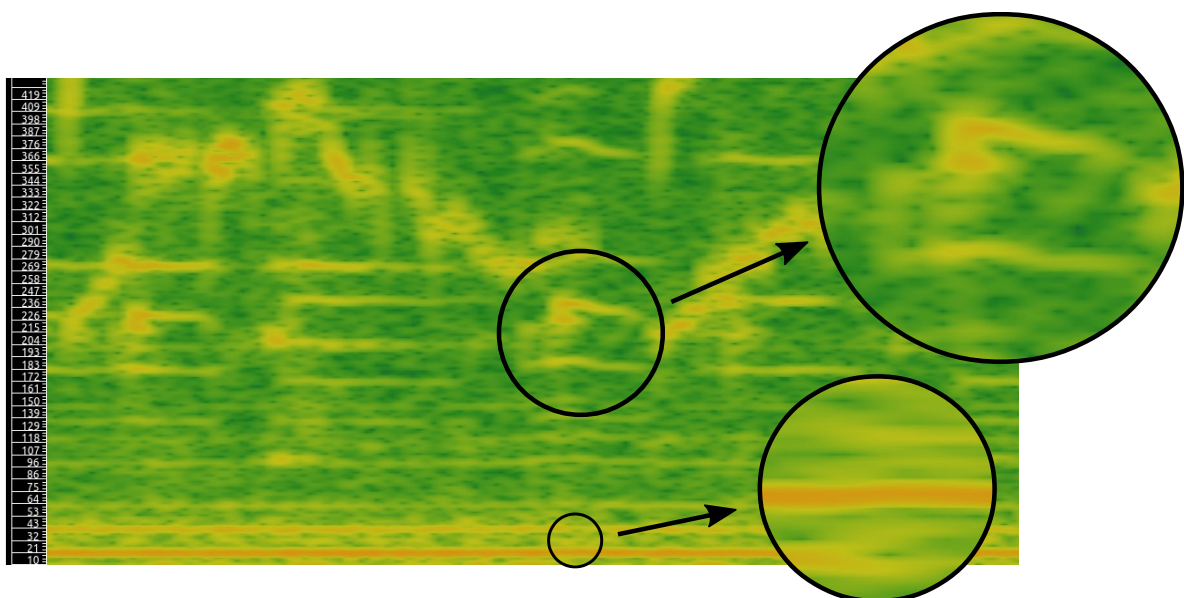


### 3.b. Eliminación de *clicks*

Los defectos localizados pueden ser de diversas tipos: estallidos breves muy próximos que dan cierta sensación de continuidad -llamados *crackles*-, pulsos cortos que aparecen aleatoriamente a lo largo de toda la señal de forma no periódica -llamados *clicks*-, asociados con imperfecciones del material o desgaste no uniforme. Para mitigarlos se utilizan técnicas de interpolación, muchas veces mediante métodos de inferencia estadística para lograr estimar la señal original (Montresor, 1990; Ciolek, 2017).

### 3.c. Inestabilidad de la velocidad de rotación

En varias de las grabaciones realizadas por Lauro Ayestaran a Amalia de la Vega podemos encontrar defectos que están relacionados con la inestabilidad de la velocidad de rotación del disco al momento de la grabación. Escuchando atentamente el material se pueden identificar variaciones en la altura, producto de un enlentecimiento repentino en la velocidad de rotación del disco. Por ejemplo, en la grabación N° 551 de Amalia de la Vega se escucha un aparente *glissando* en la guitarra, acompañado de un efecto equivalente en la voz, de carácter artificial (Figura 8).



**Figura 8:** Cambio de velocidad angular del disco reflejado en los armónicos de la guitarra (arriba). El mismo cambio se puede observar en la interferencia de línea (abajo).

Los procedimientos de grabación analógicos transforman la forma de onda que se

desarrolla en el dominio del tiempo en una forma de onda análoga en el dominio del espacio. Por ejemplo en un disco, cuyo surco lleva impresa la forma de onda. Si la velocidad de giro no es constante la representación que se imprime en el disco va a tener una deformación espacial que al momento de la reproducción se transforma en una deformación temporal. Si consideramos que la señal original es una función del tiempo  $[x(t)]$  y que el disco al momento de la grabación gira a una velocidad no constante  $[f_w(t)]$ , la señal grabada en el surco del disco será una nueva función en el tiempo, determinada por la variabilidad de la velocidad de giro  $[x_w(t) = x(f_w(t))]$ . Si pudiéramos estimar la velocidad de giro y sus variaciones al momento de la grabación  $[f_w^{\hat{}}(t)]$  podríamos aplicar una transformación que neutralice los efectos de esa variabilidad y recuperar así la señal original  $[x(t) = x_w(f_w^{\hat{}}(t)^{-1})]$ .

Existen varios métodos para estimar esa velocidad de giro y sus variaciones (Godsill, 1993; Maziewski, 2008), que en general son inferidas a partir del seguimiento de los componentes tonales presentes en la música grabada. En nuestro caso, nos basamos en algoritmos que utilizan interferencias como señales de referencia (Fuentes, 2016). Inspeccionando las grabaciones encontramos que hay dos señales interferentes que son de utilidad: la interferencia de la red eléctrica (*hum*) y la vibración del disco al girar (*rumble*). Ambas señales son indeseadas desde el punto de vista musical, pero nos permiten identificar los cambios de velocidad del disco al momento de la grabación. De esa forma, a partir de dos señales predecibles podemos reconstruir la velocidad de giro al momento de la grabación, recuperando la señal original.

## RESULTADOS

Se digitalizaron todas las grabaciones realizadas por Lauro Ayestarán a Amalia de la Vega desde sus soportes originales. Eso implicó poner a prueba y ajustar los procedimientos y las técnicas de limpieza y desarrollar algoritmos de procesamiento digital.

Se revisó la historia de los registros ayestaranianos y los sucesivos respaldos, identificando los materiales que pueden brindar un mejor punto de partida para una necesaria re-digitalización de la colección completa de las grabaciones de campo de Lauro Ayestarán. Esos materiales servirán asimismo como referencia para evaluar los métodos de digitalización y restauración de discos de 78 rpm.

Las únicas digitalizaciones disponibles de las grabaciones de Lauro Ayestarán son las que se realizaron a principios de la década de 1990 en el Museo de la Música de Estocolmo. Los datos técnicos de esa digitalización (respaldo en DAT de casetes C90 grabados a alta velocidad) sugieren que es posible obtener mejores resultados con otros métodos u otras fuentes. Hemos puesto a prueba esa idea mediante la digitalización de discos originales. En nuestra digitalización se percibe que el ruido de superficie es mayor, probablemente debido al proceso de deterioro de los discos y al mayor ancho de banda utilizado respecto a la vieja digitalización. Sin embargo, con una escucha crítica se percibe que la nueva digitalización presenta mayor riqueza tímbrica y un mayor rango dinámico.

Asimismo, hemos identificado señales no-musicales -el *rumble* generado por el propio tocadiscos, por ejemplo- que no están presentes en la vieja digitalización. Esa información nos brindó los insumos necesarios para resolver problemas, reafirmando la importancia de conservar y digitalizar los soportes originales.

Finalmente, este proyecto ha colaborado en poner en valor el trabajo de Lauro Ayestarán en general y la figura de Amalia de la Vega en particular, aportando insumos para el CDM, en consonancia con el espíritu investigador y divulgativo de la institución.

## **CONCLUSIONES**

Para la correcta restauración de documentos sonoros es fundamental conocer la historia de esa información grabada. A priori, contar con el último eslabón en una larga cadena de respaldos es menos deseable que tener acceso a los originales. Sin embargo, es posible que con el paso del tiempo algunos de los respaldos estén en mejor estado que los originales -porque los respaldos fueron mejor conservados o porque fueron hechos en soportes que se deterioran menos que los originales, por ejemplo-. El caso de las grabaciones realizadas por Ayestarán a Amalia de la Vega es particularmente interesante en ese sentido. El encargado de realizar entre 1967 y 1969 -a un año de la muerte de Ayestarán- los respaldos en cinta magnética de la colección íntegra de grabaciones de campo, decía:

*“Los discos observados al microscopio mostraban un deterioro físico más allá de toda tolerancia presentando además un proceso degradativo acelerado de sus materiales componentes, causado fundamentalmente por la humedad y los hongos.*

*A pesar de nuestros esfuerzos y de los medios técnicos empleados, no pudimos obtener mejores versiones que las extraídas en 1955; es por esto que la copia realizada ha sido tomada de las cintas magnéticas y no de los discos.” (Descoins, s.f.)*

¿Por qué entonces digitalizar los discos que ya habían sido descartados para el respaldo de las grabaciones de Ayestarán en 1967? Primero, porque es posible que las técnicas de limpieza, reproducción y restauración digital contemporáneas nos permitan obtener resultados interesantes desde los originales, diferentes a los que podrían haberse obtenido en aquella época. El procesamiento a partir del *rumble* y otras señales no musicales son prueba de ello. Sería deseable experimentar otras nuevas técnicas, como ser la limpieza por ultrasonido. Segundo, porque los respaldos de que dispone el CDM no son copias de primera generación y es preciso experimentar digitalizaciones cuando se dispone de materiales originales o cercanos a los originales. En ese sentido, el respaldo realizado por Saúl Descoins o la colección conservada en el MHN a partir de la cual fue hecho ese respaldo surgen como las más prometedoras fuentes para la redigitalización integral de las grabaciones de campo de Lauro Ayestarán. Con esos materiales podrían además evaluarse los resultados obtenidos con los discos. Esa tarea de redigitalización integral parece posible ahora, a la luz del convenio firmado recientemente entre el CDM y el MHN.

Así como cada registro tiene su historia particular, los problemas son también particulares a cada registro. En grabaciones de gran valor patrimonial y de naturaleza única, como lo son las de tipo musicológico, es importante dedicarle tiempo a la identificación de los problemas puntuales y el desarrollo de soluciones creativas, evitando en lo posible la sola aplicación de soluciones estándar.

En lo que refiere a soportes sonoros, tal como sucede con otros tipos documentales audiovisuales, el desafío de conservación es doble: enlentecer el inevitable deterioro y ganarle a la obsolescencia de los formatos, preservando también las herramientas de reproducción o haciéndose de aparatos para la digitalización de esos formatos ya obsoletos. La digitalización es una solución vigente para, por un lado, no someter a estrés mecánico a los documentos originales cada vez que sea necesario reproducirlos y, por otro, poner a disposición esos materiales con mayor alcance y prescindiendo de medios

de reproducción discontinuados o poco accesibles. Esa digitalización no es una tarea trivial e involucra conocimiento teórico y prácticas de numerosas disciplinas. Sobre todo cuando, además de digitalizar, se pretende restaurar el material deteriorado. El trabajo integral en el archivo musical es entonces necesariamente interdisciplinario e involucra tareas variadas, como la conservación, la investigación, el análisis musical, la digitalización de antiguos soportes y el procesamiento digital con herramientas especializadas y en constante actualización. Esas herramientas se van desarrollando a partir de la experimentación, la construcción teórica y la aplicación práctica. La interdisciplina -y no la mera consultoría- enriquece el quehacer del archivo musical y de las diferentes técnicas que allí se relacionan.

## REFERENCIAS

Boll, S. (1979). Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtraction. *IEEE Transactions on acoustics, speech, and signal processing* 27 (2), pp 113-120.

*Cleaning Lacquer Discs* (2018) Northeast Document Conservation Center NEDCC <https://www.nedcc.org/audio-preservation/cleaning-discs> . (Fecha de acceso: 2018-08-02)

Ciołek, M., & Niedźwiecki, M. (2017). Detection of impulsive disturbances in archive audio signals. In *2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* pp. 671-675.

Descoins, S. (s.f.). Inventario de la colección de tomas al dictado y de grabaciones, folklóricas y populares del Uruguay. Departamento de Musicología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad de la República, Uruguay.

Godsill, S. J., & Rayner, P. J. W. (1993). The restoration of pitch variation defects in gramophone recordings. In *Proceedings of IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics* pp. 148-151

Fuentes, M., Zinemanas, P., Cancela, P., & Apolinário, J. A. (2016). Detection of ENF discontinuities using PLL for audio authenticity. In *2016 IEEE 7th Latin American Symposium on Circuits & Systems (LASCAS)* pp. 79-82

Irigaray, I. & Sallés, F. (2018). Digitalización y restauración en el Centro Nacional de Documentación Musical Lauro Ayestarán. In *AES LAC 2018 - Congreso Latinoamericano de Ingeniería de Audio*, Montevideo, Uruguay, 24-26 sep, pp 99-101

Lu, Y., & Loizou, P. C. (2008). A geometric approach to spectral subtraction. *Speech communication*, 50 (6), pp 453-466.

Montesor, S., V. J. C. & Baudry, M. (1990). Detection and suppression of Impulsive noise applied to the restoration of old recordings. *Colloq. de Physique, C2, supplément au no. 2* 51, pp 757-760.



Maziewski, P. (2008). Modulation frequency constraints on wow and flutter determination. Archives of Acoustics, 33(1), pp 125-131.

Williams, T. (1993). Archivo de la música folklórica uruguaya. Gotemburgo, Suecia.

