

INFLUENCIA DE LA PRESIÓN DEL PUNTAL AL FROTAR LAS CUERDAS ABIERTAS DEL VIOLÍN

PACS: 43.75.+a

Daniela Villanueva, Jesús A. Torres
Instituto Nacional de Bellas Artes
Laboratorio de acústica
Avenida Miguel Hidalgo 20, Centro Histórico,
76000 Querétaro, México
E-mail: villanuevaocho@gmail.com, jesualejandrott@yahoo.com.mx

ABSTRACT

In violin making, there is a belief that the sound of the violin is modified radically by minimum adjustments in the soundpost, which is a wooden cylinder, it is placed at a variable pressure between the back and top plate of the violin; For this reason, a violin with a soundpost which is able to exert different pressure (screwed from the back) was designed to study such a belief. Each open string was bowed and its sound was recorded. The resulting spectra revealed that the harmonic sound of a violin changed when the pressure of the soundpost was increased, but in different ways for each the analyzed note.

Keywords: violin maker, spectrum, violin acoustics.

Resumen

En los talleres de Laudería existe la creencia de que el sonido del violín se modifica radicalmente mediante ajustes mínimos en el puntal, que es un cilindro de madera que se coloca a una presión variable entre tapa y fondo del violín; por esta razón, un violín con un puntal capaz de ejercer distinta presión (atornillado desde el fondo) fue diseñado para estudiar tal creencia. Cada cuerda fue tocada al aire y grabado su sonido. Los espectros resultantes revelaron que se modifica el contenido armónico del sonido del violín al variar la presión del puntal, aunque de manera diferente en cada nota analizada.

Palabras-clave: Laudería, espectro, acústica del violín.

INTRODUCCIÓN

El puntal es una parte del violín que es conocida para músicos y lauderos. Sin embargo, a pesar de ser cotidiano su ajuste en el taller, no resulta familiar *asegurar* qué cambios específicos ocurren cuando está presente, se modifica su posición o se inserta con presión.

El puntal puede ser colocado en lugares estratégicos que los lauderos profesionales han determinado, según las cualidades sonoras que encuentran en los instrumentos ya ensamblados. Podría decirse que es uno de los ajustes más simples y a la vez críticos, ya que refleja un gran impacto en el resultado tonal [Saldner 1996]. En la figura 1 (izquierda), el lugar donde normalmente se coloca el puntal es mostrado en un violín cortado por mitad. La presente investigación pretende acercarse a los lauderos de una manera precisa, a los cambios que produce la presencia del puntal en el violín, es decir, su función específica. El análisis busca enriquecer el aprendizaje con información confiable para generar un alto desempeño en la labor profesional.

El estudio del comportamiento vibratorio es necesario para comprender mejor el funcionamiento del violín. Al respecto, la función del puntal del violín ha llamado la atención de físicos y lauderos, quienes han estudiado a partir de distintos métodos su influencia. El funcionamiento del puntal juega un papel muy importante en el resultado de los modos de vibración de un violín. Schelleng tiene la hipótesis de que la principal función del puntal es hacer el violín asimétrico [Schelleng, 1971]. Resulta interesante ver que el modo C3 de la caja (como se muestra en la Figura 2) tiene una línea nodal cercana a la posición del puntal.

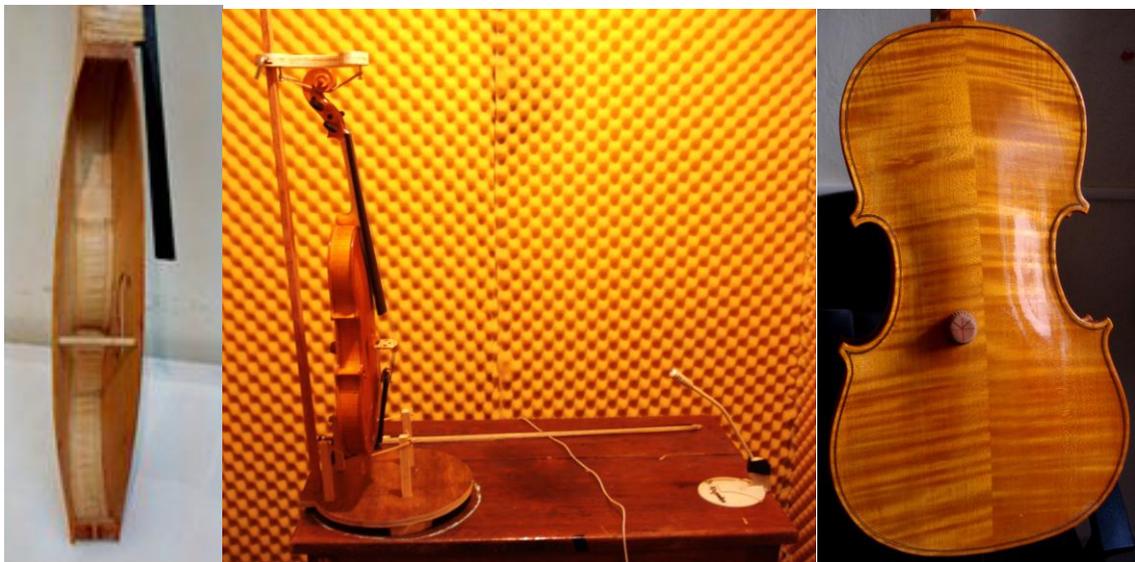


Figura 1: Violín cortado por la mitad con el puntal colocado (izquierda). Violín sobre estructura de madera (centro). Violín con puntal sustituido por un tornillo (derecha).

En el presente trabajo serán realizadas mediciones estableciendo parámetros repetibles para observar el comportamiento del violín ensamblado con puntal, sin puntal, y con presión. El arreglo consiste en utilizar un violín que en lugar de tener un puntal, éste fue sustituido por un

tornillo que se introduce por fuera en la misma zona, a través del fondo (Figura 1 derecha). Es importante plantear una estrategia que ayude a aclarar las interrogantes que se presentan al respecto. El comprobar cuál es la función principal del puntal, resulta útil para obtener mayor provecho en el taller al realizar los ajustes necesarios; por esta razón, sería deseable proponer un procedimiento que deje ver claramente su función.

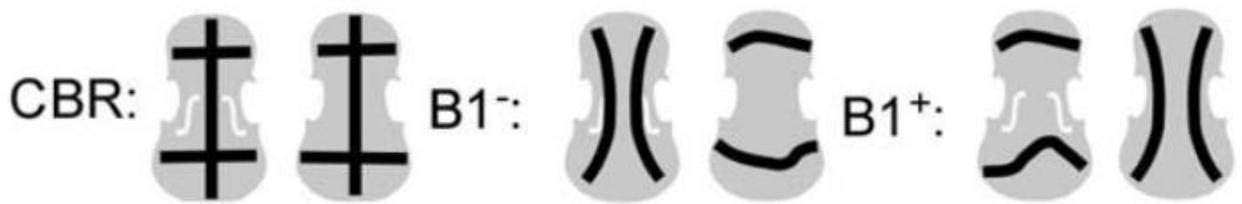


Figura 2: Representación de los modos CBR, B1 y B1 (Bissinger, 2008)

TEORÍA

Acción del puntal

La posición inicial del puntal es alineada con el centro de la pata derecha del puente, con un espacio de aproximadamente la mitad del diámetro del puntal entre su tangente y el eje posterior de la pata derecha del puente. El puntal debe ser lo suficientemente largo para permanecer en su posición de manera segura con las cuerdas flojas y ajustar perfectamente en la bóveda de la tapa y el fondo. Es colocado típicamente por la efe.

El violín parece ser a simple vista un sistema simétrico; sin embargo, existen elementos como la barra y el puntal, que se encuentran posicionados en el interior de la caja y producen cambios relevantes. Félix Savart, alrededor de 1840 dedujo que el violín es un sistema asimétrico por las siguientes razones; comunica las vibraciones de una placa a otra, reproduce vibraciones perpendiculares de las placas y evita el movimiento del pie derecho del puente [Savart, 1840]. Las cuerdas son arqueadas en un movimiento paralelo a la tapa, en ese momento el puente entra en un movimiento de balanceo. Debajo del puente, muy cerca, se encuentran la barra armónica y el puntal. Los esfuerzos dinámicos en los pies del puente son de igual magnitud pero en dirección opuesta, lo que es conocido como antifase. El puntal también transmite impulsos directamente al fondo, mucho más rápido que las costillas o el aire dentro, [Molin, 1990] por esta razón se cree que fortalece la construcción mecánica del violín considerablemente.

El puente es sometido a un movimiento forzado, un movimiento de balanceo, por debajo de su primer frecuencia de resonancia alrededor de los 2500 Hz. Las fuerzas dinámicas resultantes en la pata del puente son de similar magnitud pero en dirección opuesta. Así, el puente transfiere las fuerzas horizontales mediante un par de fuerzas en la pata del puente. Si el violín fuera simétrico, sólo los modos de vibración no simétricos podrían ser excitados y sólo estos modos no simétricos tendrían la posibilidad de producir sonido. Casi todos los modos de vibración del violín asimétrico (con puntal) pueden ser excitados por el posicionamiento simétrico del puente. Por lo tanto combinación de los modos de vibración se encuentran frecuentemente presentes. El

nivel de vibración de cada modo está dado por la forma modal, la amortiguación y la frecuencia de resonancia relativa a frecuencia excitadora [Saldner 1996].

Altura y Tono

La altura de un sonido es la cualidad que se quiere expresar cuando se dice que un sonido es más agudo o más grave que otro. Depende principalmente de la frecuencia del movimiento vibratorio que lo originó, siendo los sonidos graves producidos por movimientos vibratorios de frecuencia pequeña y los sonidos agudos por frecuencias elevadas.

Timbre

El *timbre* de un sonido es la cualidad que permite diferenciar dos sonidos de igual altura e intensidad, pero de diversa procedencia. El *timbre* depende del grado de complejidad del movimiento vibratorio que origina dicho sonido. Esta cualidad, a diferencia de la altura y la intensidad, no es mensurable, ni existe por tanto una unidad que permita comparar timbres de distintos sonidos.

Un mismo cuerpo puede producir varios sonidos según las condiciones en que vibre. El más grave de esos sonidos es la *fundamental* y los demás se llaman *parciales*, que pueden ser *armónicos*, si son semejantes a la serie armónica derivada de la misma fundamental, también llamados *concordantes* o *alícuotas*, o bien, si los *parciales* no son semejantes a la serie armónica, estos serán discordantes y no se les llaman *armónicos*, recibiendo el nombre de *sobretonos*.

El número de *armónicos* que forman el timbre de cada sonido depende del cuerpo que lo produce y de la manera de excitar a éste. Así por ejemplo entre dos notas iguales producidas por instrumentos distintos como el piano y el violín, presentan una característica distintiva que es el *timbre*.

En efecto, los armónicos que se pueden escuchar de cada uno de estos sonidos serán distintos en cuanto a intensidad y a la distribución de energía entre ellos. Los dos sonidos tienen los mismos armónicos en frecuencias, pero la distribución de las intensidades es distinta.

Espectro Acústico

El espectro acústico es un diagrama de la frecuencia de los diversos tonos parciales que integran un sonido, en función de la amplitud de cada uno de ellos. Las crestas definen cada armónico con su frecuencia correspondiente medida en el eje de abscisas, y su intensidad medida en eje de las ordenadas. El más grave será igual a la frecuencia del sonido puro, es decir, su frecuencia fundamental, y los demás corresponderán al resto de los armónicos, observándose que no todos tienen la misma intensidad. A la presencia de armónicos con sus respectivas amplitudes debe precisamente cada instrumento su timbre característico [Calvo-M 1991]. En el cuadro 1, las frecuencias de los primeros diez armónicos de las notas de las cuerdas abiertas de un violín son mostradas.

Cuadro 1: Frecuencias de los primeros diez armónicos de las cuerdas al abiertas de un violín

cuerda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G	196	392	588	784	980	1176	1372	1568	1764	1960
D	293	586	879	1172	1465	1758	2051	2344	2637	2930
A	440	880	1320	1760	2200	2640	3080	3520	3960	4400
E	659	1318	1977	2636	3295	3954	4613	5272	5931	6590

MONTAJE EXPERIMENTAL

Descripción del arreglo

Un violín construido y montado en la escuela de laudería (v121), fue perforado externamente en la zona donde típicamente se coloca el puntal. Este puntal se atornilla a través del fondo en la misma zona. El tornillo-puntal es de acero, y fue utilizado así para cumplir con los requerimientos necesarios de durabilidad en el experimento. En la cabeza del tornillo, una perilla fue colocada con un señalamiento para controlar la penetración dentro del instrumento. El pie derecho del puente se levanta debido al desplazamiento generado al aumentar la presión del puntal.

Medición del espectro

Una estructura de madera que soporta el violín en condiciones cercanas a libres fue diseñada para este propósito. Esta base cuenta con tres ejes que permiten acomodar violines y violas de cualquier tamaño con ayuda de elásticos de goma que sujetan el instrumento sin rigidez, este dispositivo está basado en un del investigador y laudero Joseph Curtin (figura 1, centro).

Las mediciones fueron realizadas dentro de una cámara semianecóica con el fin de aislar cualquier fuente de ruido que provenga del exterior y evitar rebotes en el interior, emulando las condiciones acústicas que se darían en un campo libre. La estructura de madera con el violín sujetado fue colocada sobre una mesa con un micrófono ubicado a una distancia de 50cm. Cada una de las cuerdas al aire del violín fue tocada con arco a una distancia de 8mm de separación del puente, mientras se grabó su sonido. En cada una de las mediciones, el violín fue desmontado de la estructura de madera y colocado nuevamente sobre ella. El espectro se examinó con el software *Visual Analyser* (una guía para la utilización de este software aparece en el trabajo de [Ramírez, 2015]) y procesadas mediante Octave, ambos de distribución libre. Cada una de las gráficas fue promediada para obtener una gráfica final en cada una de las condiciones en las que la presión del puntal cambio.

ESPECTROS OBTENIDOS

Una vez que fueron realizadas las mediciones acerca del comportamiento del violin sin puntal, con puntal flojo y puntal con presión, fue analizada su influencia en cada una de las cuerdas. A continuación se presentan los resultados de las mediciones en donde fue considerado que el registro grave de la cuerda tocada, es la nota fundamental con su segundo armónico, el registro

medio los armónicos 3 y 4, y el registro agudo los armónicos subsecuentes. La escala de presión que fue utilizada va de *puntal flojo* a *puntal con presión*.

4.1 Cuerda Sol

- *Sin puntal (figura 3 izquierda)*. Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 30db. Los armónicos 3 y 4 permanecen por debajo del segundo armónico mientras que los armónicos 4 y 6 decrecen a la altura de la fundamental. Los armónicos subsecuentes vuelven a incrementar su amplitud con respecto a la altura del armónico 4.

- *Con puntal flojo (figura 3 centro)*. Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 30db. La amplitud del armónico 2 al 3 decrece 15db, del 3 al 4 hay un incremento de 10db para decrecer en el siguiente armónico 25db. Los armónicos subsecuentes al armónico 5 permanecen en una amplitud similar sin sobrepasar la amplitud del armónico 4.

- *Con presión en el puntal (figura 3 derecha)*. Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 20db. Del segundo al tercer armónico la amplitud decrece 10db y del 3 al 4 vuelve a incrementar 10db para decrecer en el siguiente armónico 16db. Los armónicos subsecuentes permanecen cercanos a la amplitud del tercer armónico.

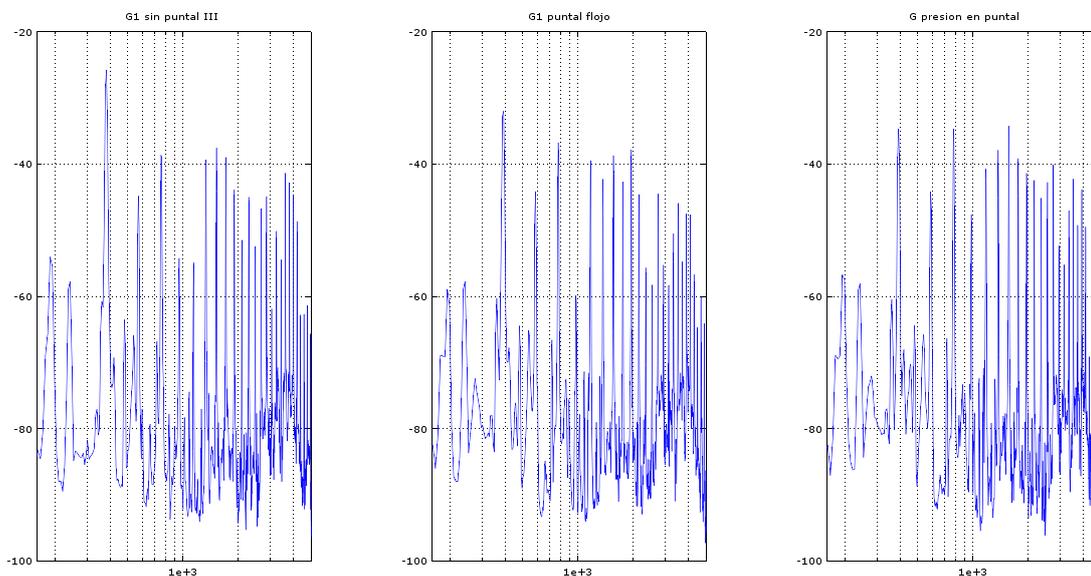


Figura 3: Espectro del sonido del violín en la *cuerda Sol sin puntal, con puntal flojo y con presión*.

4.2 Cuerda Re

- *Sin puntal (figura 4 izquierda)*. Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 15db. Los armónicos 3 y 5 permanecen en la misma amplitud que el segundo armónico. La amplitud del registro agudo, permanece por encima de la fundamental sin sobrepasar la de los armónicos 2, 3 y 5.

- Con *puntal flojo* (figura 4 centro). Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 13db que decrecen. Los armónicos subsecuentes en registro medio y agudo permanecen en la misma amplitud que el segundo armónico, hasta el armónico 8.

- Con *presión en el puntal* (figura 4 derecha). Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 15db que decrecen. La amplitud registrada del segundo al tercer armónico es de 20db. Entre el armónico 3 y 4 existe una amplitud que decrece 25db. Los armónicos subsecuentes correspondientes al registro agudo permanecen con una amplitud variada por encima de la fundamental y por debajo del segundo armónico.

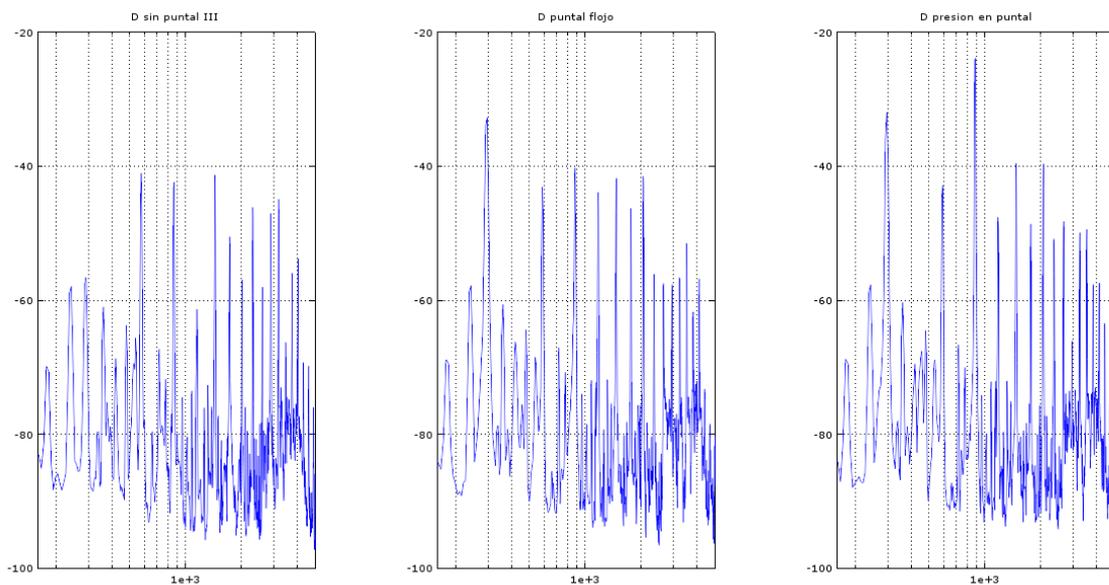


Figura 4: Espectro del sonido del violín en la *cuerda Re sin puntal, con puntal flojo y con presión.*

4.3 Cuerda La

-*Sin puntal* (figura 5 izquierda). Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 15db de decrecen. A partir de segundo armónico la amplitud permanece muy similar en registro medio y hasta el registro agudo.

- Con *puntal flojo* (figura 5 centro). Entre la fundamental y el segundo armónico, la amplitud incrementó 8db. Del armónico 2 al 3 la amplitud decrece 10db y del 3 al 4, 10db. A partir del armónico 5 la amplitud de los armónicos permanece similar al tercer armónico en registro medio.

-*Con presión en el puntal* (figura 5 derecha). Entre la fundamental y el segundo armónico la amplitud decrece 4db. Del armónico 2 al 3 la amplitud decrece 15db y del 3 al 4, 5db. Los armónicos subsecuentes al armónico 4 permanecen con una amplitud similar al armónico 3.

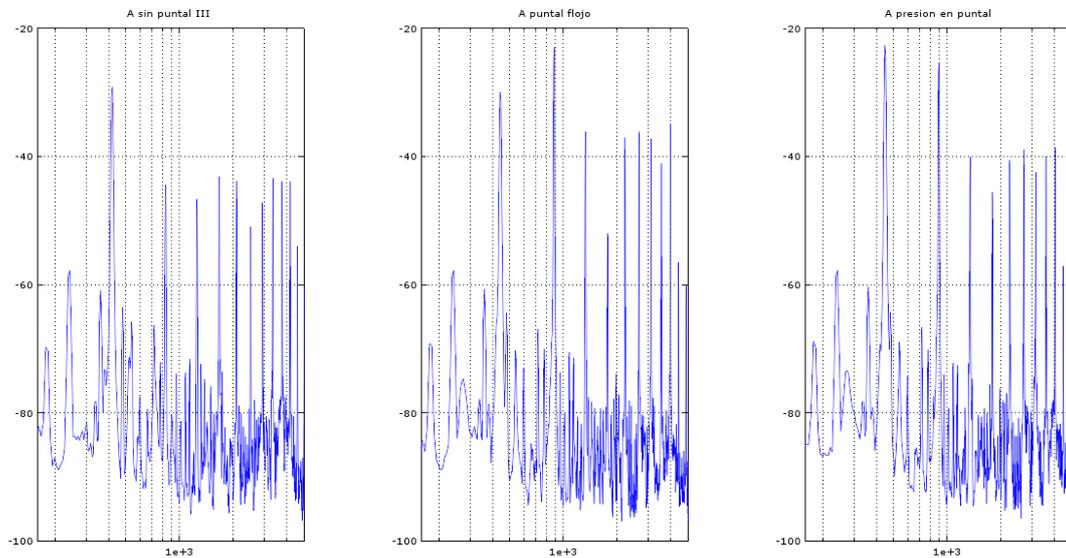


Figura 5: Espectro del sonido del violín en la cuerda *La sin puntal*, con *puntal flojo* y con *presión*

4.4 Cuerda Mi

-Sin puntal (figura 6 izquierda). Entre la fundamental y el segundo armónico existe una diferencia de 13db que decrecen. El incremento de amplitud del armónico 2 al 3 fue de 15db, para después decrecer 10db del armónico 3 al 4. Del armónico 4 y 5 incrementan su amplitud por encima de del tercer armónico, a partir de este armónico decrece la amplitud.

-Con puntal flojo (figura 6 centro). Entre la fundamental y el segundo armónico hay una diferencia de 2db que incrementan. El incremento de amplitud del armónico 2 al 3 es de 4db para decrecer, en el armónico 4 la amplitud de es de 17db. A partir del armónico 5 los parciales decrecen en amplitud.

-Con presión en el puntal (figura 5 centro). Entre la fundamental y el segundo armónico hay una diferencia de 10db que incrementan. Los armónicos 3, 4 y 5 mantienen la misma amplitud, 5db por encima de la fundamental. Los armónicos subsecuentes aparecen con una ligera amplitud.

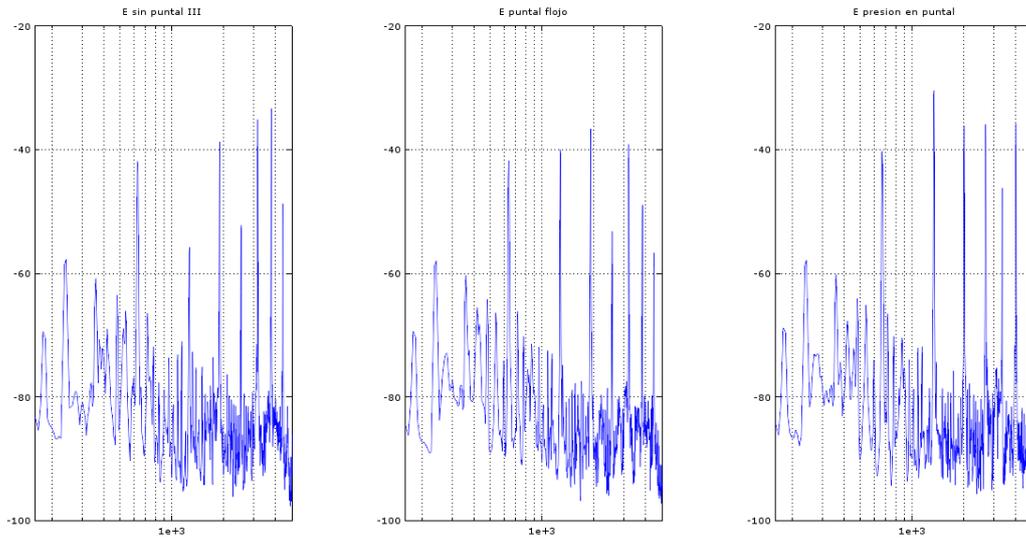


Figura 6: Espectro del sonido del violín en la *cuerda Mi sin puntal, con puntal flojo y con presión.*

CONCLUSIONES

La influencia del puntal en el sonido del violín fue evaluada en las gráficas espectrales realizadas con este propósito. En las gráficas se observó que las frecuencias bajas se amplifican en presencia del puntal, lo que hace percibir un sonido más grave. El registro intermedio de las cuatro cuerdas mostró un incremento en la amplitud cuando el puntal se encontraba flojo, con cambios notorios en el sonido de la cuerda re al presionar éste. En el registro agudo, la cuerda de mi mostró una ligera amplitud cuando el puntal se encontraba presionado.

Al retirar el puntal del violín se produce un cambio importante en el sonido. Esta condición es esperada por los lauderos y corresponde a un cambio de simetría en el funcionamiento mecánico. Sin embargo, los cambios que se generan en el resultado sonoro cuando el puntal tiene una presión considerable resultan más difíciles de percibir, aunque es indudable que se encuentran presentes. En las mediciones de este trabajo, no se realizaron modificaciones en el posicionamiento del puntal, ya que fue considerado como variable que puede ser estudiada posteriormente una vez que es conocida la influencia de la presión en el puntal. Normalmente se invierte bastante tiempo tratando de cambiar el resultado sonoro del violín, modificando las condiciones del puntal. Los resultados de este trabajo muestran que el incremento de la presión al colocar el puntal causa cambios moderados en el sonido. Sin embargo, es posible apreciar dicho cambio con mayor relevancia en las cuerdas de Re y Mi.

REFERENCIAS

- Calvo-Manzano A. Acústica físico-musical (1991). Real Musical Madrid, 122-123,129-135.
- Molin, N.-E., Waahlin, A. O., and Jansson, E. V. (1990). Transient wave response of the violin body. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 88(5): 2479–2481.
- Ramírez A. (2015). Importancia del acoplamiento de la resonancia de las efes del violín y una resonancia de su diapason. Tesis para obtener el título de Licenciado en laudería, Instituto Nacional de Bellas Artes, 21-27.
- Saldner, H. O., Molin, N.-E., and Jansson, E. V. (1996). Vibration modes of the violin forced via the bridge and action of the soundpost. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 100(2): 1168–1177.
- Savart, F. (1840). The violin. *L'Institute*, 8(1):54–56.
- Schelleng, J. C. (1971). The action of the sound post. *Catgut Acoust. Soc. Newsletter*, 1(16): 11–15.
- Strobel H. (1999). Useful measurements for violin makers, a reference for shop use. Henry Strobel & Publisher, 23.