

# esmuc

## **Trabajo de Fin de grado**

### *Las cuerdas del violín barroco*

Estudiante: Víctor Vilar Segura  
Especialidad/  
Ámbito/Modalidad: Violín  
Interpretación de la Música Antigua  
Director: Paul Poletti  
Curso: 2018-2019

Visto bueno  
del director  
del Trabajo



# **Extracto trilingüe**

## **Español**

Las cuerdas son un elemento clave para la práctica histórica del violín. Sin embargo, no ha sobrevivido ninguna a nuestros días, por lo que es necesaria una investigación interdisciplinaria para conocer cómo hubieran podido ser.

En este trabajo presento un estado de la cuestión que refleja todo lo que he podido aprender de los diferentes estudios que se han realizado al respecto. En primer lugar, expongo la problemática de la interpretación organológica y sus diferentes postulados. Prosigo con un resumen de aquellos aspectos de la física que he juzgado relevantes en referencia a las cuerdas del violín. Finalmente describo cuanto he podido leer de los investigadores sobre los tipos de cuerda, su proceso de fabricación, calibres, tensiones, etc.

Pese a todo lo aprendido, concluyo constatando la imposibilidad de conocer cómo fueron las cuerdas del pasado, pues nunca lo sabremos con certeza. Sin embargo, intentar acercarnos a este utópico conocimiento es requisito y muestra de compromiso como intérpretes de la música histórica.

## **Català**

Les cordes són un element clau per a la pràctica històrica del violí. Malgrat això, no ha sobreviscut cap als nostres dies, pel que és necessària una investigació interdisciplinària per a conèixer com haurien pogut arribar a ser.

En aquest treball presento un estat de la qüestió que reflexa tot allò que he pogut aprendre dels diferents estudis que s'han realitzat al respecte. En primer lloc, exposo la problemàtica de la interpretació organològica i els seus diferents postulats. Prossegueixo amb un resum d'aquells aspectes de la física que m'han semblat rellevants en referència a les cordes del violí. Finalment descripció tot el que he pogut llegir dels investigadors sobre els tipus de cordes, llur procés de fabricació, gruixos, tensions, etc.

Malgrat tot l'après, concloc constatant la impossibilitat de conèixer com van ser les cordes del passat, ja que mai ho sabrem amb certesa. Tot i això, el fet d'intentar apropar-nos a aquest utòpic coneixement es requisit i mostra de compromís com a intèrprets de la música històrica.

## **English**

Strings are a fundamental part of the historical violin performance. However, none of them has survived to the present, so an interdisciplinary investigation is necessary just to know a little about them.

In this work I present a state of the question that shows all I've been able to learn from the different studies done. First, I expose the organology interpretation problems, and its different positions. Then I summarise the physical aspects I considered relevant to violin strings. Finally, I describe all I could read from the different kind of strings, manufacturing process, gauges, tensions, etc.

Despite all I've learnt, I conclude constating that It's actually impossible to certainly know how early strings were, it's impossible to check it. Nevertheless, trying to approach to this utopic knowledge is a requisite and a commitment demonstration as historically informed musicians.

# Índice

1. Introducción .....	6
2. Marco teórico .....	9
2.1. Vocabulario.....	13
3. Funcionamiento de las cuerdas .....	15
3.1. Principios básicos del funcionamiento del violín .....	15
3.2. Conceptos importantes .....	16
3.3. La cuerda frotada.....	19
3.4. Calidad tonal y comportamiento dinámico .....	21
3.5. De la cuerda a la caja de resonancia, el puente .....	23
3.6. La caja de resonancia, modos, impedancias y “lobos”.....	24
3.7. Otros factores a tener en cuenta, atenuación y torsión .....	25
4. Eras en la construcción de las cuerdas de violín .....	26
5. Cuerdas de tripa, proceso de construcción .....	29
5.1. La materia prima .....	31
5.2. El proceso de construcción .....	33
6. Tipos de cuerdas.....	41
6.1. Problemática .....	41
6.2. Tripa retorcida.....	42
6.3. Tripa trenzada .....	45
6.4. Tripa Cargada.....	47
6.5. Tripa Entorchada.....	48
6.6. Cuerda de Seda.....	52
7. Calibres y tensiones.....	54
7.1. Problemática .....	54
7.2. Tras la medición del calibre .....	56
7.3. Un poco de historia .....	58
7.4. La práctica.....	61
7.5. Calidad de las cuerdas .....	68
8. Conclusiones .....	73
9. Bibliografía .....	76
10. Apéndices .....	79

# 1. Introducción

La relación de un violinista barroco con su instrumento goza de una intimidad que no se da con un instrumento moderno. El violín barroco, siendo mucho más sensible a cualquier detalle que el arco imprima sobre él, obliga al músico a replantear su aproximación al instrumento, aprende a escucharlo, entenderlo.

Como intérprete de violín histórico, he podido experimentar con diversas configuraciones de mi instrumento: inclinación del mango, puentes de diversa periodización, uso o no de almohadilla u otros elementos ergonómicos y diferentes tipos de cordal y cuerdas, siendo estas últimas, sin mencionar el arco, las que me han parecido más determinantes para producir en un violín el timbre y “tocabilidad” que hoy en día podríamos asociar con “violín barroco”.

Por otra parte, tengo intención de formarme como lutier una vez termine mis estudios de violín, por lo que, orientar mi trabajo a la organología está motivado tanto para ampliar mis conocimientos como violinista histórico como para adquirir una formación conveniente y necesaria para mis estudios futuros.

Mi objetivo es conocer qué fuentes tenemos sobre las cuerdas del violín barroco, saber cómo se han estudiado y cómo pueden seguirse estudiando. No pretendo ofrecer información nueva, sino más bien una síntesis de lo que he llegado a aprender, a fin de completar mi formación y compromiso con la música histórica, que en un futuro se expandirá hacia la construcción de instrumentos antiguos.

Si bien el título de este trabajo es Las cuerdas del violín barroco no he podido cerrar mi mirada ni en lo referente al “barroco” ni al “violín”. Esta apertura de márgenes se debe a que me ha parecido necesaria una especial contextualización debido a las pocas fuentes de las que disponemos.

En el caso de la periodización me remonto a la antigua Roma para ir hasta 1939, y en el caso del instrumento, hago mención especialmente del laúd, el violone romano e incluso el Geigenwerk. Dicha deriva no es errática y me parece imprescindible. Por ejemplo, los tratados para laúd son muy útiles para conocer las cuerdas del violín, pues las de ambos instrumentos se fabricaban mediante iguales procedimientos. Entender que todavía a finales del siglo XIX había reticencias al uso del RE entorchado (pese que hacía dos

siglos que tales cuerdas estaban disponibles) nos puede ayudar a formarnos una idea en tanto a la relación entre los músicos y las novedades tecnológicas, etc.

También forma parte de este trabajo una mirada hacia la HIP y una explicación de los fenómenos acústicos que influyen en el violín. Por ello, en ambos casos, me refiero a musicólogos y científicos contemporáneos y del pasado.

Las fuentes seleccionadas para este trabajo son principalmente secundarias. No me ha sido posible examinar directamente cuerdas de tripa del pasado, entre otros motivos porque no se sabe de la supervivencia de cuerdas del barroco y también porque, de haber tenido tal oportunidad, carezco de los conocimientos para extraer de ellas información útil.

He trabajado principalmente con libros y artículos accesibles para mí. La biblioteca de la ESMUC me ha sido de gran ayuda, especialmente en lo referente al acceso de revistas en línea como J-Store, donde he encontrado infinidad de artículos. El Museu de la Música me ha aportado mucho material, gracias a su biblioteca especializada en organología: el “Espai de Documentació i Recerca” (EDR). Allí pude encontrar revistas especializadas en la construcción de instrumentos y libros de difícil localización. Finalmente, páginas web como archive.org, academia.edu e IMSLP me han sido de gran ayuda para encontrar fuentes escritas primarias.

Una limitación importante a la información ha sido el idioma: muchas fuentes impresas en alemán eran inaccesibles para mí, pero afortunadamente prácticamente la totalidad de la información estaba en inglés.

En los libros y artículos consultados se mencionan principalmente 5 fuentes diferentes:

1. Fragmentos de cuerdas sobrevivientes: a veces para fines no musicales o posteriores al Barroco.
2. Información obtenida del estudio de los instrumentos: estudio de las marcas en los puentes, desgaste del barniz, medidas diversas, etc.
3. Referencias a las cuerdas en textos contemporáneos a ellas: de muy diversa índole, pudiendo encontrar textos que hablen de las propiedades físicas de las cuerdas en general, tratados musicales, registros mercantiles, epístolas, etc. Debido a la gran cantidad de fuentes que he encontrado, realicé una tabla con

todas ellas ordenadas por orden cronológico, que adjunto en los apéndices (ver p. 82).

4. Fuentes iconográficas: grabados, cuadros e incluso bocetos relacionados con las cuerdas del violín.
5. Experimentos realizados por los investigadores: especialmente en el apartado de física, son de gran valor para comprender el comportamiento de la cuerda y su construcción.

Quisiera agradecer en primer lugar a l’Espai de Documentació i Recerca (EDR) del Museu de la Música, especialmente a Sara Guasteví, por la atención ofrecida. También a mi director del Trabajo, Paul Poletti, quien desde mis primeros días en la ESMUC me introdujo a la Acústica, los Temperamentos y la Organología, y a Miguel Simarro, quien me ha ofrecido su ayuda en todo momento de manera desinteresada. Por último, quisiera mencionar también a todos aquellos profesores que curso tras curso me enseñaron a cuestionarme aquello que me pareciera más obvio, a aprender lo extenso de la palabra “interpretar” y a orientarme en el mundo de la investigación.



## 2. Marco teórico

La historia de la reconstrucción de cuerdas para música histórica es triste pero tiene un final feliz. No existen cuerdas de aquella época que hayan sobrevivido a nuestros días, y hagamos lo que hagamos, nunca llegaremos a saber si dimos al fin con la fórmula correcta. Pese a ello, cada uno de nuestros intentos explorará nuevas posibilidades creativas y enriquecerá nuestra experiencia artística.

El movimiento HIP (Historically Informed Performance), es decir, la interpretación informada históricamente, ha supuesto una ruptura con la tradición clásica, pues busca acercarse al sonido original mediante el estudio de las fuentes históricas. Tal movimiento ha tenido (y sigue teniendo) su propia maduración, tanto en lo referente al estilo como en sus premisas teóricas.

Una de las críticas frecuentes a la HIP es una supuesta supeditación del intérprete a los detalles literalistas que reprimirían al músico e impedirían que este exprese sus sentimientos, como afirma Richard Taruskin en varias publicaciones. Adorno habla de una “neutralización” del sentimiento y afirma que dicho movimiento ha perdido su praxis social. También se ha puesto de manifiesto que existe una aparente paradoja de los intérpretes históricos entre el respeto de la fuente original y las libertades creativas derivadas de la ornamentación y la improvisación.<sup>1</sup>

Como vemos este movimiento tiene sus seguidores y sus detractores, y sin duda el sostén de todas las críticas es que de hecho, al no haber grabaciones anteriores a 1860 (fecha en la cual se realiza la primera grabación con un fonógrafo), no podremos saber nunca cómo llegó a sonar. Por supuesto también resultan afectados los instrumentos musicales pues pocos han sobrevivido hasta nuestros días sin modificaciones y aún aquellas rarezas bien preservadas habrán sufrido modificaciones debido al paso del tiempo (por ejemplo, la dilatación de la madera) lo que hace prácticamente imposible oír un instrumento original de la misma manera que lo hacía en su época operativa.

---

1 Ver Rubinoff, K. R. (Sep 2008). (Re)Creating the past: Baroque improvisation in the early music revival. *New Sound* (V.32), pp. 79-93

La idea de la autenticidad, ligada a la del “sonido original” se desvanece, pues como vemos es imposible saber si la hemos alcanzado al no existir referencia alguna para comparar. Pese a todo, el hecho de acercarse supone avanzar por el camino de esta utopía, y cada nuevo descubrimiento es valioso pues nos abre un camino hacia nuevos horizontes estéticos.

Como dice Bruce Haynes:

*“But it is the paradox of HIP that uses the past as inspiration but does not, like Canonism, pretend to be a continuation of it. HIP starts in the present and ends in the present. [...]. Authenticity seems to be a statement on intent. Totally accurate historical performance is probably impossible to achieve. To know it has been achieved is certainly impossible. But that isn't the goal. What produces interesting results is the attempt to be historically accurate, that is, authentic”*<sup>2</sup>

Para poder acercarnos tanto como sea posible a esa “autenticidad” es necesario utilizar instrumentos antiguos. La visión tradicional de la música clásica ha contemplado la variación de los instrumentos a lo largo del tiempo como una evolución hacia algo mejor, algo más perfecto, y tacha a los instrumentos históricos de inferiores comparándolos con los modernos. Sin embargo la HIP cuestiona esta visión y establece que no existen instrumentos mejores o peores (me refiero, obviamente, a instrumentos considerados “bien contruidos” según los cánones de cada época, aunque ello, como veremos más adelante, tiene también sus matices). Harnoncourt aborda este aspecto con las siguientes palabras:

---

2 Haynes, B. (2007). *The end of Early Music*. New York: Oxford University Press, p. 10: “La paradoja de la HIP es que usa el pasado como inspiración, pero, a diferencia del canonicismo, no quiere ser una continuación de él. La HIP empieza en el presente y termina en el presente [...]. La Autenticidad parece ser una cuestión de intento. Las interpretaciones totalmente precisas son probablemente imposibles de lograr. Saber si lo hemos logrado es ciertamente imposible. Pero ese no es el objetivo. Lo que produce resultados interesantes son los intentos por ser históricamente precisos, es decir, auténticos.”

“[...] Puesto que los mejores instrumentos de cuerda antiguos eran de una calidad altamente equilibrada, toda mejora conseguida mediante las modificaciones tenía que pagarse con un empeoramiento en otros aspectos (sobre todo en el sonido). Todo depende, pues, de lo que a uno le parezca importante. (...) Al final no se puede definir fácilmente lo que es bueno y malo, que más bien hay que establecer, en primer lugar, una concordancia entre los deseos de los compositores, los instrumentistas y los constructores de instrumentos.”<sup>3</sup>

Cada instrumento es, por lo tanto ideal para su tiempo. Con el instrumento apropiado, el intérprete no solamente obtiene un timbre diferente, sino una respuesta diferente. Según indica Haynes, John Butt escribe: *[historical instruments]* “alert the player to historical difference... [they] will force the player to rethink his techniques[...] [and] the repertory will have to be seen in a new light”<sup>4</sup>

Pero, ¿es posible interpretar con instrumentos históricos?

Ello dependerá del tipo de instrumento, pues como comenté anteriormente, son muy susceptibles de haber sido modificados, y aquellos que hayan llegado a nuestros días “inalterados” posiblemente suenen de una forma muy diferente a como fueron originados, sobre todo si están confeccionados con material orgánico. Por otro lado es problemático llevar al escenario instrumentos antiguos por varias razones: el precio es muchas veces inasequible, no hay suficientes para todos los músicos y es un deber de la humanidad preservar el patrimonio. La solución a tal problema pasa por tocar instrumentos contemporáneos que consistan en copias de los históricos.

Como ocurre al tocar una partitura, copiar un instrumento requiere también de una interpretación, y de ello se desprende que de un mismo original puedan originarse

---

3 Harnoncourt, N. (2009). *La música como discurso sonoro*. Barcelona: Acantilado, p. 125.

4 Haynes, B. (2007). *The end of Early Music*. New York: Oxford University Press, p.154: “[los instrumentos históricos] alertan al intérprete de la diferencia histórica... forzarán al músico a replantear su técnica [...] [y] el repertorio tendrá que verse con una nueva luz.”

diferentes facsímiles, además, si el material utilizado no es homogéneo, como el caso de la madera o la tripa, será literalmente imposible hacer una copia exacta (incluso el metal presenta impurezas).

Es especialmente problemático cuando un instrumento presenta errores. ¿Son realmente errores? ¿Cómo los corregimos? Ante esta situación existen dos posiciones: **la replicación** y **la emulación**. En el caso de **la replicación** se busca imitar cada uno de los detalles del original, a pesar de que puedan parecer o no errores. Tal postulado no se considera una autoridad crítica para interpretar el original y alega que si los instrumentos originales tenían errores y aún así eran utilizados, del mismo modo deben ser las réplicas. Por otra parte, **la emulación** sostiene que el hecho en sí de copiar al mínimo detalle un instrumento no forma parte de la metodología empleada en la antigüedad. . La emulación busca acercarse a la idea que tal vez originara el instrumento y no a su resultado. En el caso de los violines tal proceder se manifiesta en el estudio de la proporción, la geometría, la gemetría, las teorías arquitectónicas históricas, las unidades de medidas usadas para la construcción de los instrumentos originales, etc. Por ejemplo Ernesto Ramírez<sup>5</sup> propone la unidad de medida del “tanto” (3,93 cm), que deriva del cuerpo humano (última falange del dedo pulgar) y podría ser un ejemplo de unidad generadora para trazar la forma del violín. Los detractores de esta visión de la reconstrucción de instrumentos opinan que tal metodología nos aleja paulatinamente de los originales.

No debemos tampoco caer en una canonización de los instrumentos antiguos: no existe un modelo de instrumento único e ideal sino una auténtica fauna, muy variada y diversa (del mismo modo que no hay en la actualidad dos instrumentos iguales ni dos intérpretes iguales, debemos suponer que en el mundo menos globalizado de la antigüedad las diferencias inter-regionales e inter-personales/instrumentales eran todavía más acusadas).

Por si llegados a este punto no estamos todavía persuadidos de la enorme complejidad que nos atañe, cabe mencionar que no ha sobrevivido ninguna cuerda a nuestros días. Las posibilidades de una replicación desaparecen y se abren las puertas a la

---

5 Ramírez, E. (2018). *El expediente X del violín, la simetría perfecta o el sonido óptimo*. México.

interpretación y la especulación. Nos encontramos en un terreno en el cual entran en conflicto la corrección histórica con las expectativas del público y los músicos, y siendo las empresas productoras de cuerdas sostenidas por estos últimos, es fácil explicarse por qué gran parte de las cuerdas vendidas hoy en día se parecen tan poco a lo que podrían haber sido en el pasado. Por ejemplo, la mayoría de cuerdas de tripa vendidas hoy en día están rectificadas en su calibre y barnizadas: con ello se consigue una más fácil afinación y una mayor duración al ser más impermeables. Sin embargo, una cuerda histórica posiblemente se asemejaría más a una sutilmente rectificada y aceitada.

Creo que es comprensible que debido a las exigencias de la vida musical de la HIP actual se tomen decisiones que desvirtúen la precisión histórica (el teclado transportador del clave contemporáneo o en Nylgut en los laúdes, por ejemplo). Ahora bien, si la motivación para la toma de decisiones es falta de conocimiento de las fuentes históricas, se desvirtúa el camino de la utopía, volvemos al canonicismo del que pretendíamos alejarnos y todo pierde el sentido.

## 2.1 Vocabulario

Debido a que la información que he estudiado está mayormente en inglés, ha sido necesario traducir diversas palabras que no tienen una equivalencia clara en la lengua castellana. Por ello hago aquí una pequeña explicación de algunas traducciones:

- **Twist:** Según el Cambridge Dictionary se traduce como “torcer” o “retorcer”. La RAE define “cuerda” de la siguiente manera: “conjunto de hilos de lino, cáñamo, cerda u otra materia semejante, que torcidos forman un solo cuerpo más o menos grueso, largo y flexible. Sirve para atar, suspender pesos, etc.” Debido a que la palabra “torcer” puede interpretarse como “desviar algo de su dirección o posición habitual” (cuarta acepción de la RAE para “torcer”) usaré la palabra retorcer, que no da lugar a tal confusión. También hablaré de grados de retorcimiento para referirme a cuan retorcidas están las fibras sobre su eje.
- **Roped Strings:** Por roped strings entiendo aquellas cuerdas que en vez de estar fabricadas por fibras están fabricadas por otras cuerdas. La traducción más acertada que he encontrado es “cuerdas trenzadas”. “Trenza” es definida por la RAE como “conjunto de tres o más ramales que se entretrejen, cruzándolos

alternativamente”. Tal vez “cruzar” es la mejor palabra para describir la morfología de las cuerdas que nos ocupan, sin embargo, debido a su uso popular de “cuerda trenzada” (en construcción, náutica, escalada, seguridad, decoración, etc.) la he considerado como la mejor traducción.

- **Loaded Strings:** Según el Cambridge Dictionary, “load” se traduce como “cargar”. Me parece una traducción acertada pero requiere de una explicación: con “cuerda cargada” no me refiero a aquella que está sometida a una tensión debido a una carga, sino a aquella cuya densidad ha sido incrementada (es decir, cargada) mediante la filtración de metales pesados.
- **Strand:** Según el Cambridge Dictionary se traduce como “hebra o hilo”. Sin embargo me ha parecido que es más exacto traducirlo como “fibra”. La segunda acepción de la RAE de la palabra “hebra” la define así: “ciertas fibras animales o vegetales”.
- **Gauge:** Su traducción es “calibre” e igual que en inglés, debemos distinguir dos acepciones que aparecen en este trabajo. Según la RAE: Primera acepción: “diámetro interior de muchos objetos huecos, como tubos, conductor o cañerías”, tercera acepción: Instrumento de precisión para medir longitudes, como diámetros, espesores y profundidades.”

### **3. Funcionamiento de las cuerdas**

Debido a que no existen cuerdas de violín barroco, los estudios se han centrado en todo aquello que pudiera arrojar algo de luz al respecto. Fuentes de muy diversa índole han sido examinadas, desembocando en infinidad de especulaciones de mayor o menor verosimilitud.

Todas ellas, sin embargo, tienen en común que han de responder a una explicación científica sobre su funcionamiento. No solamente es necesario que las hipótesis estén fundamentadas en la evidencia histórica, deben además ser probables a nivel físico.

Por lo tanto, la física es un excelente filtro para distinguir qué hipótesis nos conducen a cuerdas susceptibles de haber existido, de la mera especulación.

#### **3.1 Principios básicos del funcionamiento del violín**

El violín se compone de tres partes fundamentales: la cuerda vibrante, la caja de resonancia y el arco. No podemos dejar de mencionar ninguna de ellas pues están íntimamente relacionadas y funcionan como un todo.

En primer lugar, el arco pone en movimiento la cuerda. Esta no tiene suficiente energía para desplazar las masas como para ser audible, por lo que precisa de amplificación. El puente transmite la vibración a la caja de resonancia, que la amplifica, ahora sí, a un volumen suficiente.

Debemos tener especialmente en cuenta que es un arco el excitador de la cuerda, pues como veremos a continuación, su forma de producir el sonido es distinta a la que tienen los instrumentos de cuerda pulsada o golpeada y los parámetros que rigen en unos no son directamente extrapolables a los otros.

### 3.2 Conceptos importantes

La frecuencia (F) de una cuerda depende de su tensión (T), densidad (K), largo (L) y diámetro (D). Cambiar cada uno de estos parámetros afectará a la frecuencia, como establece **la fórmula de Taylor**:

$$F = \frac{\sqrt{T}}{L * D * \sqrt{k}}$$

En el caso de un violín, el largo de cuerda y la frecuencia son parámetros fijos para las cuerdas al aire, si bien es preciso matizar:

**El largo de cuerda:** es un parámetro prácticamente fijo hoy en día en los instrumentos modernos, debido a una estandarización de las medidas, que permiten al músico adaptarse más fácilmente al cambiar de un instrumento a otro (estableciendo un largo de cuerda  $\pm 355\text{mm}$ ). No es el caso de los instrumentos históricos, previos a dicho consenso, en los que era práctica habitual mover el puente entre su posición actual y el cordal (Ilustración 1) para “ajustarlo” con el consecuente cambio en el largo de cuerda<sup>6</sup>.

**La frecuencia:** El Pitch está muy estandarizado hoy en día, sin embargo, no siempre ha sido así, existiendo en el pasado multitud de posibilidades. Debido a que se trata de un tema bastante

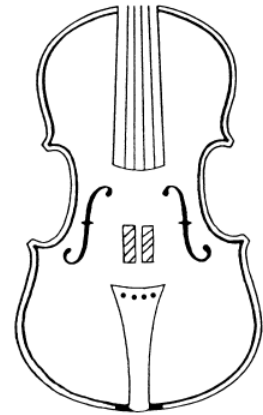


Ilustración 1: área en la cual se ubicaron los puentes de los instrumentos estudiados por Petersen, G. D. (Feb. 2007). Bridge Location on the Early Italian Violin. *Early Music* (V.35, n°1) , 51

---

6 Ver Myers, H. (Aug. 2007). Locating the bridge. *Oxford University Press* (V.35, n°3), pp. 491-493 y Petersen, G. D. (Feb. 2007). Bridge Location on the Early Italian Violin. *Early Music* (V.35, n°1), pp. 49-64.



complejo, recomiendo la lectura del libro “*A History of performing pitch : the story of "A"*”, de Bruce Haynes<sup>7</sup>. Por otro lado, el temperamento aplicado también actuará sobre la frecuencia.

Los dos únicos parámetros que debieran ser fijos están sujetos a innumerables variaciones, de una época a otra, de una región a otra o incluso de un violín a otro. Así pues, a la hora de valorar una cuerda, deberemos tener en cuenta el largo de cuerda del instrumento sobre el que fuera montada (lo cual incluye la posición de su puente), cuál sería su pitch y cómo estaría afinado.

Cuando una cuerda es **pinzada o percutida**, el movimiento se desplaza a través de ella creando ondas hacia ambos extremos, estos se reflejan en sus finales (cejilla y puente, por ejemplo) e idealmente forman ondas estacionarias. Dichas ondas tienen un patrón normalmente complejo, fruto de la suma de diferentes ondas sinusoidales (puras) con frecuencia, magnitud y fase específicas. Según el **análisis de Fourier** podemos representar cada una de las sinusoides en un gráfico Amplitud/Frecuencia conocido como **espectro**, el cual es una herramienta muy útil para conocer la calidad tímbrica de un sonido determinado.

La aparición de dichas ondas sinusoidales no es aleatoria y está relacionada con los modos armónicos, que consisten en la división de la cuerda en segmentos iguales. Si la cuerda vibra en toda su longitud, vibrará el primer modo armónico (fundamental). Si la dividimos por 1/2 obtendremos el segundo armónico, que sonará una octava por encima, si la dividimos en 2/3 tenemos el tercer armónico, una octava sumada a una quinta superior a la fundamental, 3/4 resultará en 2 octavas por encima de la fundamental (y una cuarta respecto al tercer armónico), y así sucesivamente en lo que llamamos **Serie armónica** (Ilustración 2).

---

7 Haynes, B. (2002). *A History of performing pitch: the story of "A"*. Lanham: Scarecrow Press.



Ilustración 2: Serie armónica de La.

La vibración de una onda estacionaria tiene un punto concreto en el cual el movimiento es máximo (la “cresta” de la onda), llamado anti-nodo, y un punto en que no existe movimiento, llamado nodo. Conocer dónde están los nodos y los antinodos es importante en la cuerda pulsada o percutida, pues de excitar una cuerda en uno de sus nodos, no será posible que su parcial correspondiente suene.

Tal fenómeno no ocurre sólo en cuerdas, sino en numerosas estructuras. La tapa de un violín, por ejemplo, también conduce la vibración, y forma ondas estacionarias con sus nodos y antinodos. La “línea nodal” es un trazo imaginario que conecta los nodos de una superficie, es decir, el lugar en el cual su movimiento vibratorio es mínimo. Las formas modales resultado de ser excitadas por una frecuencia concreta reciben el nombre de “modos de deflexión operativa”.

Una cuerda excitada quiere recuperar su posición inicial, hasta detenerse. Si pulsamos una cuerda se produce inmediatamente una aceleración hacia su posición de reposo. Tras llegar a ella, su inercia la empuja hacia el sentido opuesto y se repite el proceso. Ello produce periodos más cortos y tiene como resultado frecuencias más agudas. Los armónicos, pues, se verán desplazados hacia frecuencias algo más altas, dejando de ser múltiplos enteros de la fundamental y generando el efecto llamado “inarmónica de la cuerda”. Cuanta más elasticidad tiene un material, menor será su aceleración para recuperar la posición de reposo, y menor será su inarmónica.

**La Ley de Hooke** establece que en un material determinado, la fuerza (F) que se le aplica es igual a la constante de elasticidad (K) por su alargamiento (l):

$$F = K * l$$

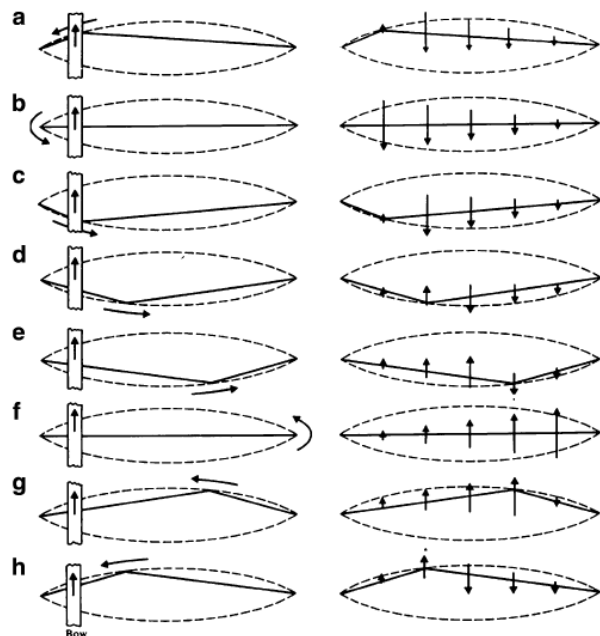
La fuerza aplicada es directamente proporcional al cambio de dimensiones, y ello es muy importante en el comportamiento de las cuerdas por dos motivos:

1. Como hemos visto antes, la elasticidad determina el grado de inarmonicidad de la cuerda.
2. La cuerda tiene tres rangos de tensiones en los cuales puede ser estirada.
  - a. **La región plástica** es aquella en la cual el material estirado se deforma de tal manera que no puede recuperar su longitud inicial, su límite viene marcado por **el punto de rotura de la cuerda**.
  - b. Precediendo esta región, se encuentra la **región elástica**, ideal para instrumentos musicales (se encuentra aproximadamente de 2-3 semitonos por debajo del punto de rotura).
  - c. Por debajo de la región elástica está aquella que es insuficiente para que se produzcan los fenómenos acústicos requeridos de forma efectiva.

Otro concepto importante y que aparece a menudo al hablar de los materiales de las cuerdas es el **Módulo de Young**, que consiste en la cantidad de fuerza necesaria para estirar un material al doble de su longitud y se denomina con la letra “E”. Cuanto mayor sea E menos flexible es el material.

### 3.3 La cuerda frotada

Si observamos directamente una cuerda frotada puede parecer que esta se mueve de la misma manera que una cuerda pulsada, sin embargo se trata de una mera ilusión óptica. El movimiento de la cuerda frotada fue ampliamente investigado en 1877 por H. Helmholtz, y hablaremos del “movimiento de Helmholtz” para referirnos a la cinemática de las cuerdas arqueadas.



**Movimiento de la cuerda frotada, Helmholtz** (Ilustración 3):

Ilustración 3: movimiento Stick.Slip, Rossing, T.D. (2010). The Science of String Instruments, p. 199

- a) El arco, cuyas cerdas están impregnadas de resina, entra en contacto con la cuerda y se produce una fuerza de fricción estática que empuja la cuerda en la misma dirección que el arco. Esta fase se denomina “Stick” (del inglés, pegar).
- b) Cuando la fricción llega a un cierto límite, la cuerda se suelta del punto del arco en el cual estaba pegada y resbala en dirección opuesta (fricción dinámica), creando una onda angulosa que viaja hacia el extremo de la cuerda más cercano (puente). Esta fase se llama “Slip” (del inglés, resbalar).
- c) d) e) f) g) h) Cuando el vértice de la onda angulosa intercepta el arco, se produce otra vez la fase de Stick, pero la onda, ahora ayudada por el arco, prosigue describiendo una trayectoria arqueada hacia el otro extremo de la cuerda, sobre el que rebota y vuelve hasta encontrarse de nuevo con el arco.<sup>8</sup>

El número de ciclos por segundo determinarán la nota que sonará. Debido a que la velocidad con la que se dan los ciclos depende del largo, tensión y masa de la cuerda, su frecuencia idealmente será independiente de la variedad posible de arcaídas que la exciten.

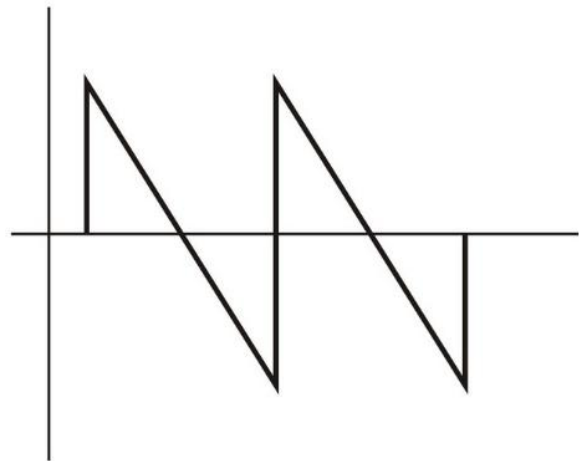


Ilustración 4: Movimiento diente de sierra

El sonido de la cuerda frotada tiene forma de “dientes de sierra” (Ilustración 4), debido al movimiento de Stick-Slip: El Stick dura bastante más que el Slip, causando esta forma

de onda característica. Si analizamos espectralmente este tipo de onda según el teorema de Fourier, encontraremos que posee todos los armónicos hasta el infinito. Quisiera resaltar que estos son el resultado del movimiento de Helmholtz y no de los modos armónicos inherentes a la cuerda si esta fuera pulsada.

---

8 Rossing, T.D. (2010). *The Science of String Instruments*. Stanford: Springer, p. 199

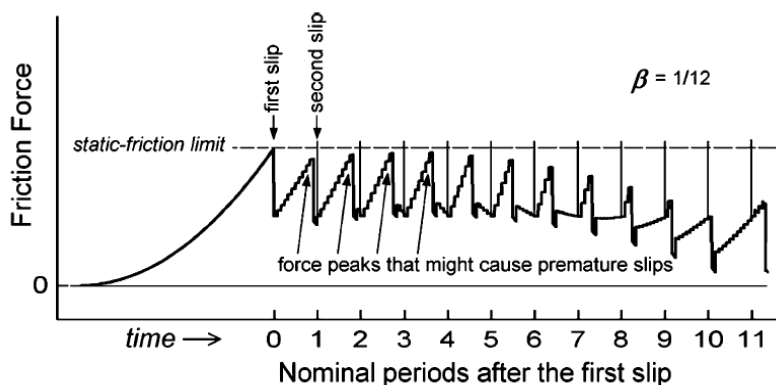
Por supuesto dicha onda no es pura y está modificada por diversos factores que actúan a la manera de “efectos” o “filtros”, que son determinantes para la cualidad tonal y el comportamiento dinámico del violín.

### 3.4 Cualidad tonal y comportamiento dinámico

No existe objetivamente un sonido mejor que otro, sino una construcción social de unos cánones tímbricos determinados. El análisis tímbrico es una herramienta útil para entender qué tienen en común los diferentes sonidos para ocupar un lugar u otro en nuestras preferencias. Según aparece en el libro *The Science of String Instruments*<sup>9</sup>, Meinel (1957) ha analizado numerosos violines, identificado el sonido “soberbio” aquél rico en frecuencias bajas, pues pueden propagarse con mayor facilidad. El sonido “puro” está asociado con amplitudes menores alrededor de los 3000 Hz, “nasal” con amplitudes pequeñas en torno a los 1500 Hz y “brillante” si tiene grandes amplitudes en la región de 2000-3000 Hz.

El comportamiento dinámico, o “tocabilidad” de un instrumento está relacionado con su capacidad del para producir el movimiento de Helmholtz. Concretamente en el inicio del movimiento (ver Ilustración 5), cuando la cuerda resbala por primera vez del arco,

experimenta una caída de la fricción que puede llegar a afectar no solamente a la fase de Stick siguiente, sino a todo el transcurso del arco



si este no es controlado, malogrando el sonido (a menos que tal fuera el objetivo del músico).

Ilustración 5: comportamiento dinámico de un ataque, Rossing, T.D. (2010). *The Science of String Instruments*, p. 294.

9 Ibídem, p. 214

Debido a la dificultad para iniciar el movimiento de Helmholtz, es común que en instrumentos de baja calidad o en principiantes, se produzca un amplio abanico de crujidos y chirridos. De todos modos, es normal que en los 50 primeros milisegundos se produzca este efecto, que a nivel físico llamaremos Transitorios Pre-Helmholtz (Ilustración 5) y que en la práctica musical se denominan “ataques” o “articulación”.

Existen muchos factores relacionados con la tocabilidad del violín, pero sin duda uno de los más importantes es la relación **arco-cuerda**:

El arco está formado por una vara de madera en cuyos extremos hay sujeto un haz de crines de caballo impregnados en resina, que deben estar tensionados para funcionar correctamente. La función de las crines es albergar la resina, que se pegará a la cuerda en la fase Stick. El arco no solamente excita a la cuerda, sino que es capaz de vibrar con ella, creando sutiles interferencias arco-cuerda que modifican ligeramente la calidad tonal del violín. Para que el movimiento de Helmholtz se produzca correctamente deben tenerse en cuenta la fuerza relativa del arco, la posición de este sobre la cuerda (que denominamos  $\beta$  y empieza en el puente y se extiende hacia la cejilla/dedo), la cantidad de crines que tocan la cuerda, el ángulo con que lo hacen, la aceleración, etc. **Schelleng** (Ilustración 6) estudió

dichos parámetros y creó un diagrama de fuerza relativa/posición de arco relativa en el cual podemos apreciar los rangos que el músico debe respetar para obtener un sonido estridente, normal o bien modos superiores.

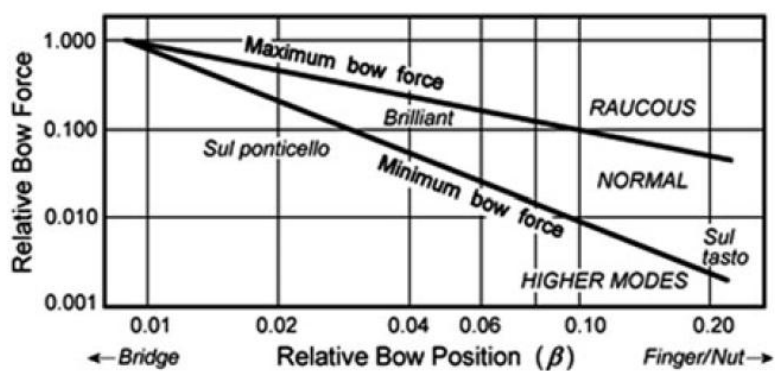


Ilustración 6: diagrama de Schelleng, Rossing, T.D. (2010). *The Science of String Instruments*, p. 200.

### 3.5 De la cuerda a la caja de resonancia, el puente

La vibración de la cuerda se transmite hacia sus dos extremos. Cuando llega al puente, este traslada y refuerza el movimiento lateral de la cuerda hacia sus patas, que a su vez lo hacen llegar a la caja de resonancia. Si nos fijamos en el diseño del puente, podemos observar que entre las patas y su extremo superior hay dos oquedades que producen una “cintura”. Esta actúa como eje y muelle entre la parte superior y la inferior, obteniendo las condiciones necesarias para una resonancia modal que se ubica entre los 2800 y 3300 Hz. (Ilustración 7)

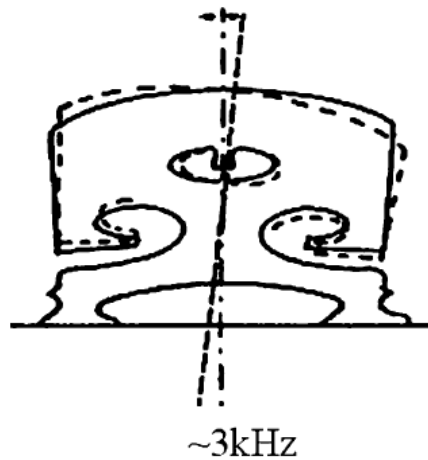
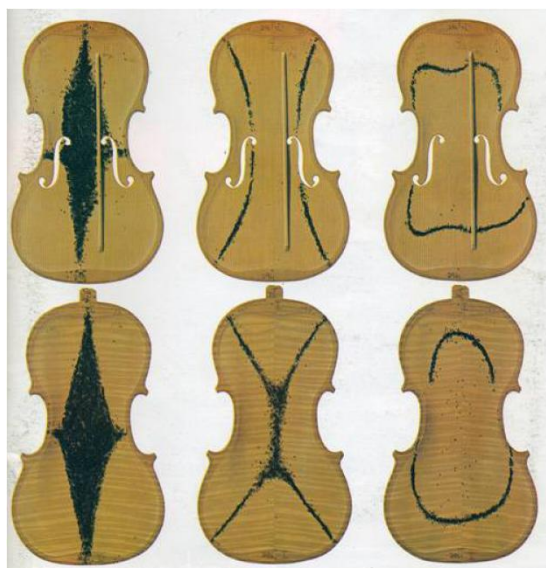


Ilustración 7: Modos de vibración del puente, Rossing, T.D. (2010). *The Science of String Instruments*, p. 231.

Debido a esta resonancia, el puente actúa entre las cuerdas y la caja de resonancia como un filtro, concretamente como un filtro-pasa-bajos. Cuando las frecuencias son inferiores a la frecuencia modal anteriormente descrita ( $\pm 3000$  Hz), la vibración pasa directamente de la cuerda a la caja de resonancia. Según nos acercamos a la frecuencia modal, esta empieza a moverse y amplificará notoriamente la señal recibida. Si superamos dicha frecuencia, la vibración de la cuerda rebota en el puente y vuelve a la cuerda (recordemos los efectos de la reflexión de vibraciones del arco en la cuerda). La resonancia del puente se ve alterada según sea su masa: un puente pesado tiene una frecuencia modal inferior a un puente ligero. Por otro lado, la altura del puente es también importante ya que el “eje-cintura” actúa a modo de palanca: un puente elevado aplica mayor energía a sus patas que uno de menos altura.

### 3.6 La caja de resonancia, modos, impedancias y “lobos”

Cuando la vibración llega a la caja reacciona según cada frecuencia concreta debido a su configuración modal. Dichos modos fueron investigados por vez primera en c.1830 por Ernest Chlandi, quien estudió las vibraciones sobre discos metálicos espolvoreando polvo sobre su superficie y haciéndola resonar emitiendo alguna frecuencia determinada. Lo mismo puede hacerse sobre la tapa o el fondo de



un violín (Ilustración 8): cuando la tapa se mueve, el polvo se desplaza de los lugares con movimiento, trazando así la “línea nodal”.<sup>10</sup>

Ilustración 8: Hutchins, C. M. (Oct. 1981). *The Acoustics of violin Plates* (V.245, nº4). *Scientific American*, p. 170.

La función de la barra armónica y el alma es transmitir el movimiento de manera más efectiva por toda la caja de resonancia. La barra armónica está situada aproximadamente un milímetro por debajo de la pata izquierda del puente (graves), y el alma aproximadamente 2-3 mm detrás de la pata derecha del puente (agudos), uniendo la tapa superior e inferior y equilibrando sus vibraciones. Gracias a ellas se produce una asimetría en el violín con la que evitamos que el movimiento del puente se transfiera de igual manera a ambas patas, lo cual tendría como efecto un “cortocircuito acústico” cuyo resultado sería una reducción de frecuencias bajas.

Cuando una onda traspasa un cuerpo, existe una resistencia natural hacia este movimiento, conocido con el nombre de **impedancia**. Dicha impedancia tiene un papel fundamental en la manera de vibrar de una cuerda y en la forma de relacionarse de las partes del violín entre sí. La impedancia de la cuerda está relacionada con su densidad y su tensión.

---

10 Ver Hutchins, C. M. (Oct. 1981). *The Acoustics of violin Plates* (V.245, nº4). *Scientific American*, pp. 170-181.



La cantidad de energía capaz de transmitir el puente a la caja de resonancia está determinada por la relación de impedancias cuerda/puente. El puente, que delimita uno de los extremos de la cuerda, no es perfectamente fijo, y en el caso de que las impedancias sean iguales, se producirá una cancelación del movimiento (puente y cuerda se moverán en la misma dirección, atenuando la vibración), cuyo resultado será un sonido inestable y tambaleante, llamado **“nota del lobo”**. Para evitar este efecto es necesario que ambos elementos tengan impedancias diferentes.

Generalmente los violines son construidos de modo que las impedancias sean suficientemente cercanas como para extraer el máximo sonido posible, dejando un cierto margen para evitar dichos “lobos”. Varios parámetros pueden ser alterados para modificar las impedancias. Por ejemplo las cuerdas (variando los materiales, tensiones, etc.) o el puente (variando su masa, altura, etc. En el caso de los cellos el puente es en proporción más alto que el violín, por lo que tiene menos impedancia respecto a la cuerda. Por este motivo los cellos son más propensos a padecer lobos que los violines).

La impedancia es un concepto también importante para entender la discusión histórica acaecida entre los defensores de la tensión igual entre las cuerdas del violín y los partidarios de la tensión escalada. Cuando la tensión de una cuerda aumenta, aumenta proporcionalmente su impedancia, y a nivel sonoro ello se traduce como un sonido más brillante. Por este motivo los violines para la música clásica y contemporánea, destinados a grandes salas de concierto, tienen mayor tensión en las cuerdas agudas que en las graves, para obtener una mayor proyección de sonido.

### **3.7 Otros factores a tener en cuenta, atenuación y torsión**

Para que las cuerdas puedan ser frotadas con mayor facilidad es importante que exista una cierta atenuación. La atenuación actúa “limando” los picos producidos por el movimiento de Helmholtz, y cambia la calidad tonal y el comportamiento dinámico de la cuerda. El comportamiento dinámico se ve afectado en la medida de que el primer “Stick” del arco en la cuerda es menos pronunciado y produce un efecto menor en la consiguiente producción sonora. Por poner un ejemplo, al tocar una cuerda digitada, la yema del dedo es más blanda que la cejilla, y actúa como un atenuador. Por ello, es más fácil atacar la cuerda digitada que al aire, y su sonido es también menos estridente. Las

cuerdas fabricadas con más de un elemento (por ejemplo, de tripa entorchada con cobre) presentan fricciones internas que actúan a modo de atenuadores.

Como último punto quisiera referirme a la torsión de la cuerda. Debido a que el arco pasa por encima de la cuerda, no sólo la desplaza lateralmente, sino que también la torsiona. En principio, la torsión está relacionada con una mayor atenuación, pero también con las llamadas “shadow fundamentals”, que consisten en numerosos sobretonos 2-8 veces mayores que los tonos transversales. Aunque normalmente (y afortunadamente) no son audibles para el ser humano, pueden interferir con los tonos transversales, produciendo por ejemplo el molesto silbido de la cuerda MI, común en numerosos violines.

#### **4 Eras en la construcción de las cuerdas de violín**

Distinguimos cuatro eras en lo que podríamos llamar la “historia de las cuerdas del violín”. Evidentemente, se trata de una construcción simplificada, la realidad consiste en un contante cambio, pero tal categorización es útil para ubicarnos en el pasado. He llegado a la determinación de establecer esta periodización debido a que es la opción a la que han llegado algunos investigadores, como es el caso de Peruffo <sup>11</sup> o Abbott y Segerman<sup>12</sup>.

Las innovaciones en la construcción de cuerdas suponen un nuevo universo de posibilidades para los instrumentos ya existentes, por lo que no es de extrañar que las cuerdas se ajusten a las necesidades musicales de cada época. De todos modos, no debemos caer en el error de pensar que necesariamente fueron las cuerdas quienes cambiaron para seguir las corrientes musicales: a veces se trata de innovaciones tecnológicas que poco tienen que ver con la música o responde a otros factores, como por ejemplo la escasez de cuerdas de tripa durante la segunda guerra mundial (que obligó a buscar materiales alternativos como la cuerda sintética).

---

11 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), pp. 155-157.

12 Abbott, A. &. (Oct. 1976). Gut Strings. *Early Music* (V.4, n°4), p. 437.

**La primera etapa** se encuentra entre la edad media y finales del siglo XV. Contrariamente a lo que opinan numerosos estudiosos, es posible que existiera ya la figura del fabricante de cuerdas desde edades muy tempranas. Documentos del 1216 y 1329 mencionan corporaciones de tal tipo de fabricantes en Florencia y Venecia. Existen también numerosos manuscritos que invitan a fabricar cuerdas “caseras”. Un ejemplo ello podría ser el “Secretum Philosophorum”, un manuscrito anónimo de c. 1400 que relata una “receta” para fabricar cuerdas de tripa (fuente documentada por Peruffo):

*“Ad faciendum cordas lire! Cum autem volumus facere cordas lire [...] recipe intestina ovium et lava ea munde et pone ea in aqua vel in lexivia per dimidium vel plus usque caro se separet leviter a materia corde que est similis quasi nervo. Post depone carnem de materia cum penna vel cum digito mudo. Post pone materiam in lescivia ford vel rubio vino per 2 dies. Post extrahe et sieca cum panno lineo et iunge 3 vel 4 simul secundum quantitatem quam volueris habere et atturna ea usque sufficiat. Et extende ea super parietem et permitte siccare [...]”*<sup>13</sup>

Algunos investigadores afirman que en esa época todavía no se disponían de los conocimientos necesarios para fabricar cuerdas de elevado retorcimiento, aunque como veremos más adelante hay indicios que sugieren lo contrario (ver p. 42)

---

13 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca (V.IX)*, p. 156: “Haciendo cuerdas para lira [...] si se quiere hacer cuerdas para lira [...] toma los intestinos de la oveja y lávalos bien limpios, después déjalos en agua o lejía medio día o más hasta que la carne se desprenda fácilmente del material de la cuerda que es como el tendón. Después retira la carne del material limpiamente con una púa o un dedo limpio. Luego ponlo en lejía fuerte o vino tinto dos días. Después retíralo y sécalo con un paño de lino y une 3 o 4 juntos según la cantidad que desees tener y luego retuércelos hasta que sea suficiente. Después extiéndelos en una pared y déjalos secar. Luego descuélgalos y colócalos en un lugar que no sea ni muy seco ni muy húmedo, pues la excesiva sequedad los destruye fácilmente, así como la humedad” (traducción tomada de Corbí, F. (2016) *La vihuela de arco hispana* (tesis doctoral). UAB, Barcelona, p. 52)

**La segunda etapa** transcurre entre finales del siglo XV y primera mitad del siglo XVI. Se caracteriza por una mayor profesionalización en el oficio de fabricante de cuerdas que traen consigo numerosas innovaciones. Durante este lapso de tiempo se establecieron centros de elaboración de cuerdas de seda y algodón, por lo que es posible que se inspiraran en ellos para la creación de cuerdas de tripa, permitiendo hacer cuerdas menos rígidas y más finas: encontramos pues la aparición de cuerdas para registros bajos y medios con un retorcimiento intenso.

**La tercera etapa** tiene lugar entre la primera mitad del siglo XVI y termina a mediados del siglo XVII. Se caracteriza por cambios en los instrumentos de cuerda (como por ejemplo el agregado de una séptima cuerda al laúd y un acortamiento del largo de cuerda en los instrumentos de cuerda frotada). Se sostiene que dichos cambios fueron posibles a la aparición de cuerdas trenzadas, también llamadas “Catlines” y similares que permitieron una mejora significativa en el timbre y comportamiento de la cuerda. Sin embargo, igual que en el caso de las cuerdas altamente retorcidas, es posible que existieran antes del siglo XVI. En esta etapa se ubica también la hipótesis de Peruffo sobre las cuerdas “Cargadas” con metales o minerales pesados <sup>14</sup> que veremos más adelante.

**La cuarta era** se extiende desde mediados del siglo XVII hasta nuestros días, pues está relacionada el entorchado: elemento presente hasta la actualidad en gran parte de las cuerdas para fines musicales. La primera referencia de esta invención viene de la pluma de Samuel Hartlib, quien en 1659 (Ephemerides) habla de un hilo metálico que recubre una cuerda.<sup>15</sup>

También encontramos referencias en John Playford y Sainte-Colombe, por lo que es de suponer que ya existían estas cuerdas cierto tiempo antes de tener constancia escrita.

---

14 Peruffo, M. (1994). Loaded bass gut strings: our researches. *Lute Society of America Quarterly* (V. XXXIX n°2), pp. 5-14.

15 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), p. 156.

## 5 Cuerdas de tripa, proceso de construcción

Comprender el proceso de construcción de cuerdas de tripa es vital para entender las cuerdas del barroco. A diferencia de hoy en día, los músicos del pasado tenían un mayor conocimiento sobre la fabricación de las cuerdas, pues, siendo de calidades muy diversas debían aprender a distinguir las mejores.

Si bien es cierto que una gran variedad de materiales se han usado para confeccionar cuerdas de violín, como por ejemplo la seda, el algodón, el cáñamo, el metal (a modo de entorchado), y actualmente el nylon y la fibra sintética, las más populares en el barroco y las que nos ocuparán en esta descripción, son aquellas de tripa.

Como mencioné anteriormente, los primeros indicios de la construcción profesional de cuerdas de tripa para instrumentos datan de 1216 en Florencia y 1329 en Venecia<sup>16</sup>. En 1500, una carta a Isabella d'Este al luthier Lorenzo da Pavia, nos informa de que las cuerdas italianas eran de peor calidad que las de Múnich. Información similar encontramos en el manuscrito bresciano "Capirola Lute Book" fechado en c.1517 y en la "Varietie of lute lessons" de Robert Downland, en 1610.<sup>17</sup>

La mala reputación de las cuerdas italianas debió haber cambiado para 1574, pues Adrian Le Roy afirma que las de mejor calidad provienen tanto de Múnich como de Aquila, en Italia. La fama de las cuerdas italianas se extendió rápidamente y los constructores de l'Aquila, al ver ampliado su comercio, se establecieron en la segunda mitad del siglo XVI en Roma (ciudad en la que llegó a haber un estatuto que limitaría el número de talleres a la asombrosa cantidad de 20) y Nápoles. A su vez, intentando imitar a los italianos, se crearon nuevos centros productores de cuerdas en Francia (Lyon), España, Alemania e Inglaterra.<sup>18</sup>

---

16 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 148.

17 Ibídem.

18 Ibídem.

Las cuerdas italianas llegaron sin duda a ser las mejores, y así lo testimonia De Lalande:

*"La fabrication des cordes de violon est une chose qui est presque réservée à l'Italie; Naples & Rome en fournissent toute l'Europe, & il y a toujours beaucoup de mystère dans ces branches exclusives de commerce"*<sup>19</sup>

Galeazzi también prefiere las cuerdas Italianas, concretamente las de Padua y Nápoles, como podemos comprobar en su indicación:

*"Veniamo finalmente alle corde: devonsi provvedere le corde alle migliori fabbriche d'Italia; quali sono quelle di Padova, di Napoli, di Roma, di Budrio sul Bolognese, e dell'Aquila nell'Abbruzzo. Vi sono ancora altre fabbriche in Citta di Castello, Perugia, Rieti, Teramo, ed altri luoghi; ma le prime portano il vanto, specialmente quelle di Padova, e di Napoli"*<sup>20</sup>

O bien Spohr, que tajantemente veta las cuerdas alemanas para tocar a solo:

*"Es giebt Italiänische und Deutsche Saiten. Letztere sind aber viel schlechter wie jene und zum Solospiel gar nicht zu gebrauchen. Auch die Italiänischen Saiten sind von ungleicher Güte und in der Regel die*

---

19 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca (V.IX)*, p. 160: "La confección de cuerdas de violín es un fenómeno prácticamente restringido por entero a los italianos, Con Nápoles y Roma abasteciendo toda Europa, y hay todavía un gran misterio tras su sector comercial exclusivo"

20 Galeazzi, F. (1817). *Elemento teorico-practici di música*. Ascoli: Francesco Cardì, p. 65: "Consideremos finalmente las cuerdas: ellas deben ser adquiridas de los mejores fabricantes de Italia, que son aquellos de Padua, Nápoles, Roma, Brudrio cerca de Bolonia y de l'Aquila de Abbruzzo. Hay otros fabricantes en la ciudad de Castello, Perugia, Rieti, Teramo, y en otros lugares; pero los primeros en ser mencionados, especialmente los de Padua y Nápoles son los más prestigiosos"

*Neapolitanischen den Römischen und diese denen von Padua und Mailand vorzuziehen*"<sup>21</sup>

La fama de las cuerdas italianas fue muy duradera y llegó a su zenit en 1873, año en el cual la marca de Andrea Ruffini (uno de los constructores de cuerdas más prestigiosos) fue galardonada con el premio de “la mejor productora de cuerdas para instrumentos musicales del mundo” por la Exhibición Internacional de Viena. Dicha fama decayó tras las innovaciones tecnológicas aportadas por los alemanes (que permitían una mayor regularidad en la cuerda y su consiguiente mejora en la afinación) y finalmente el éxito del nylon tras la segunda guerra mundial, que prácticamente terminó con el sector.<sup>22</sup>

A la vista de lo expuesto cabe preguntarse, ¿por qué eran las cuerdas italianas mejores? ¿Cuál o cuáles eran los secretos que tan celosamente guardaban? Desgraciadamente hay poca información al respecto y posiblemente muchos de estos secretos desaparecieron junto a los sus constructores, pero tenemos escritos y evidencias que aportan algunas claves.

## **5.1 La materia prima**

A diferencia de otros instrumentos, no tengo constancia que se utilizaran cuerdas enteramente metálicas en el violín antes de 1883, cuando se propusieron (sin éxito) las cuerdas MI metálicas<sup>23</sup>. Si bien numerosos materiales fueron utilizados, como la seda o el cáñamo, la tripa fue la que mejores resultados ofreció.

---

21 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), p. 160: “Hay cuerdas italianas y alemanas. Las últimas son mucho peores y no deben ser usadas para tocar a solo. Incluso las italianas son de calidad desigual y por regla general las napolitanas son preferibles a las romanas, que a su vez son preferibles a las de Padua o Milán.”

22 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), p. 160.

23 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 170.

La tripa utilizada era principalmente de oveja. Otros animales fueron utilizados, a veces para su comercialización pero en general a modo experimental, con resultados poco satisfactorios. Según nos informa J. Downing, Athanasius Kricher<sup>24</sup> comenta en 1650 que las cuerdas de los instrumentos estaban fabricadas de animales como: carneros, ovejas, cabras, gatos, corderos, felinos varios e incluso lobos, seda y fibras vegetales como cáñamo y lino. Skippon<sup>25</sup>, en su viaje a Padua en 1663, llega a conclusiones similares en tanto la diversa fauna usada para la confección de cuerdas. Lana Terzi<sup>26</sup>, en 1686 afirma que eran también utilizadas cuerdas de serpiente. No puedo evitar interpretar dichas fuentes con cierto escepticismo pues considero inverosímil que las tripas de animales carnívoros posean las características mecánicas necesarias para funcionar en instrumentos musicales, además, me parece difícil que animales no usados para la alimentación pudieran suplir la enorme demanda de cuerdas de aquel entonces.

La tripa de los animales herbívoros es más larga que la de los animales carnívoros. Por poner un ejemplo, el intestino de un gato es 2,5 veces más largo que el tamaño del animal (por lo que el intestino de un gato adulto medio puede rondar los 1,5 metros). Por otro lado la tripa de una oveja adulta puede llegar fácilmente a los 15 metros debido a las diferentes necesidades digestivas. Si bien sería factible utilizar tripas de animales carnívoros para cuerdas finas y cortas (como un “MI” de violín), la disposición de los herbívoros al ser estos usados para consumo humano, y su mayor longitud de tripa los convierten en predilectos<sup>27</sup>. Dentro de los animales herbívoros también hay diferencias mecánicas debido a las características biológicas de cada especie. Las ovejas han demostrado tener los mejores resultados y a su vez, las más jóvenes son generalmente preferibles al tener intestinos más finos, elásticos y resistentes. Por ello se categorizaba el tipo de tripa en función de la edad del animal:<sup>28</sup>

---

24 Downing, J. (Apr. 2011). "Catgut" revisited . *FoMRHi* (nº118), p. 45.

25 Ibídem, p. 46.

26 Ibídem.

27 Ibídem.

28 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 149.



- *Abacchio*: cordero que todavía no ha sido destetado.
- *Agnello*: cordero que ya ha sido destetado pero que cuya edad no se extiende a más de un año.
- *Civaro*: oveja joven, de uno a tres años.
- *Pecora o montone*: oveja de más de tres años.
- *Castrato*: oveja castrada.
- *Capra*: cabra (generalmente cabrito)

Uno de los motivos por los que los italianos fabricaban las mejores cuerdas es, posiblemente debido a su gastronomía: Roma y Nápoles, a diferencia de otras ciudades europeas, consumían grandes cantidades de cordero y cabrito, lo cual ponía a disposición de los privilegiados fabricantes de cuerdas una gran cantidad de tripas que no podían ser exportadas frescas debido a su rápida descomposición.

## 5.2 El proceso de construcción

Tal vez fuera más correcto hablar de “Los procesos de construcción” pues, incluso asumiendo que en Italia las cuerdas estaban hechas principalmente de cordero, existía una gran diferencia entre un centro de producción y otro. Vale la pena compartir la cita de Georg Hart que aparece en el artículo de Peruffo:

*“Those strings which are manufactured at Rome are exceedingly hard and brilliant, and exhibit a slight roughness of finish. The Neapolitan samples are smoother and softer than the Roman, and also whiter in appearance. Those of Padua are highly polished and durable, but frequently false. The Veronese strings are softer than the Paduan, and deeper in colour. The variations described are distinct, and the more remarkable that all the four kinds are produced by one and the same nation; as, however, the raw material is identical throughout Italy, the process of manufacture must be looked upon as the real cause of the difference noticed.”*<sup>29</sup>

---

29 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca (V.IX)*, p. 161: “Aquellas cuerdas hechas en Roma son excesivamente duras y brillantes, y muestran un ligero acabado rugoso. Las napolitanas

Explicaré pues una síntesis de la fabricación de cuerdas en Italia, que seguramente pasará por alto numerosos detalles que no han trascendido a la historia por ser secretos de los fabricantes.

Según Barón Durnini, los fabricantes de cuerdas de Bolognano (importante centro de producción de cuerdas en el siglo XVIII) estaban divididos en una jerarquía muy estricta, cuyo rango estaba relacionado con sus responsabilidades. De mayor a menor, clasificaban los trabajadores en las siguientes posiciones: Mastro (maestro), torcitore (“retorcedor”), capatore (seleccionador), strisciattore (tirador), lavorante (empleado) y mazzieri (encargado de transportar los cubos cargados de tripas)<sup>30</sup>.

El **primer paso** era la “Raccogliatura”, es decir, ir a recoger las tripas al matadero local. Los talleres de cuerdas usualmente se ubicaban cerca de los mataderos para asegurar que las tripas fueran lo más frescas posibles. Una vez llegado el “mazzieri” cargado con el “mastello” (Ver número 8 de la Ilustración 10, p. 37) todo el mundo, sin excepción, debía apresurarse a limpiar las tripas. De no ser limpiadas rápidamente, empezarían a descomponerse, afectando a su sonido y dejando manchas características que los músicos identificaban y descartaban. Según podemos leer la traducción de Stephen Bonta de la *Encyclopédie ou dictionnaire raisonne de sciences, des arts et des métiers* de Diderot & D’Alembert:

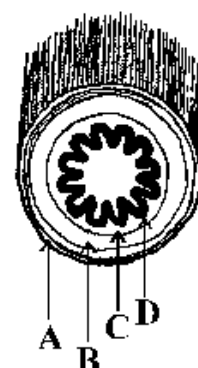
---

por ejemplo son más blandas que las romanas, y también más blancas en apariencia. Las de Padua están muy pulidas y duran mucho, pero son frecuentemente “falsas”. Las de Verona son más blandas que las de Padua, y de color más opaco. Las variaciones descritas son diversas, y lo más remarcable de todo ello es que las cuatro tipos son producidas por una única nación, y siendo, no obstante, el material crudo idéntico en toda Italia, el proceso de manufactura debe ser visto como la causa real de las diferencias advertidas.”

30 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 151.

*“The guts are tossed into a bucket full of spring water as they are taken out of the animal's body. They cannot be kept more than one or two days without exposing them to spoilage. Moreover, this depends on the heat of the season. It is best to clean them immediately.”<sup>31</sup>*

El **segundo paso** era el raspado y curtido: el intestino delgado se divide transversalmente en tres capas (Ilustración 9), de las cuales solamente aprovechamos una y representa aproximadamente el 5% del volumen total de la tripa. La capa exterior se denomina serosa, formada por células epiteliales y tejido conjuntivo, su función es recubrir el intestino, lubricarlo y mantenerlo en su lugar reduciendo la fricción. La capa intermedia es la capa muscular, también denominada “filo” por los fabricantes de cuerdas. Es la encargada de producir los movimientos peristálticos y la única parte útil para la fabricación de cuerdas. La capa interna, mucosa y submucosa, protege al intestino de los ácidos gástricos y hace posible la asimilación de nutrientes en sus vellosidades.



**A - Serosa**  
**B - Muscularis**  
**C - Submucosa**  
**D - Muscularius Muscosae**

Ilustración 9: Capas de un intestino delgado (ver <https://www.gamutmusic.com/new-page>)

---

31 Bonta, S. (Apr. 1999). The making of gut strings in the 18th Centuries Paris. *The Galpin Society Journal* (V. 52), p. 379: “Las tripas son depositadas en un cubo lleno de agua fresca tan pronto como salen del cuerpo del animal. No pueden ser guardadas por más de un día o dos sin que sean expuestas a corromperse. Sin embargo, ello depende de la temperatura de cada estación. Es mejor limpiarlas inmediatamente”

Lavadas las tripas de su contenido interior se procedía a raspar las substancias grasas externas, pasando la tripa por una muesca en forma de semicírculo en una tabla (2) y usando raspas similares a cañas partidas llamadas “cannucce” (3). Terminado este proceso, se procedía a dar la vuelta a la tripa para eliminar la capa mucosa mediante un procedimiento similar. Entonces las tripas eran divididas en grupos de 12 según su calidad (siendo las más finas utilizadas para cuerdas “MI” de violín y las más gruesas para cuerdas de mayor calibre) y se almacenaban en recipientes (10) en los cuales tenía lugar su curtido. La descomposición de los fragmentos grasos residuales se realizaba mediante una solución alcalina agregada al agua llamada “tempra”, “lescia”, “ranno” o “eau –forte”, que consistía en un tipo de potasio obtenido de posos de vino calcinados en la “tavoloni per sfumare” (6). La solución de este producto tratado con agua se guardaba en un ánfora, junto con otra que sólo contenía agua (1) y cuyas cantidades a utilizar se medían con unas copas llamadas “scodellette” (5).

El proceso de maceración combinaba sumergir 3 veces al día las tripas en esta solución con operaciones de raspado (dos o tres veces al día). Las operaciones de raspado, tenían lugar en el “rinfrescatori” (12-13), donde el “lavorante” las trataba en un tipo de sartén llamada “tegame” (7) y eliminaba las substancias residuales con una pequeña chapa metálica encajada en los dedos “ditali d’ottone” (4). Las fuentes coinciden en que este proceso dura unos 8 días (dependiendo también de la estación del año) y difieren en las proporciones de la solución alcalina. Según Durnini, durante los primeros días se empleaba una solución muy alcalina para eliminar la mayor cantidad de grasa posible, siguiendo unos días con menor alcalinidad para favorecer una descomposición natural y finalizando con una limpieza a fondo tan alcalina como sea posible. Por otro lado, según Skippon y De Lalande<sup>32</sup>, se empieza con una solución poco alcalina que se va incrementando progresivamente (para reducir la alcalinidad basta con agregar vinagre a la solución). Debido a la alta toxicidad del proceso, los talleres romanos debían estar por ley cerca del río Tíber, para descargar el él sus aguas contaminadas. Los empleados vestían atuendos especiales y usaban tablas de madera “parapetti” (12) que los protegían de las inevitables salpicaduras.

---

32 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 153.

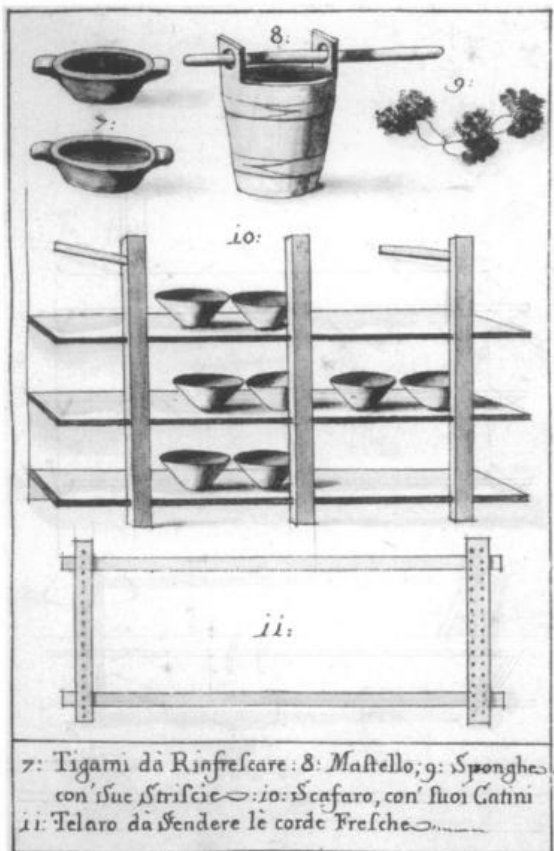
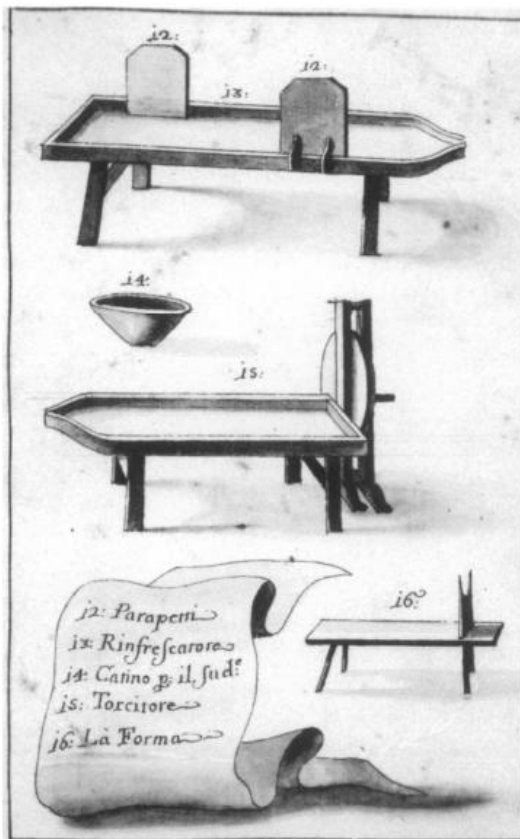
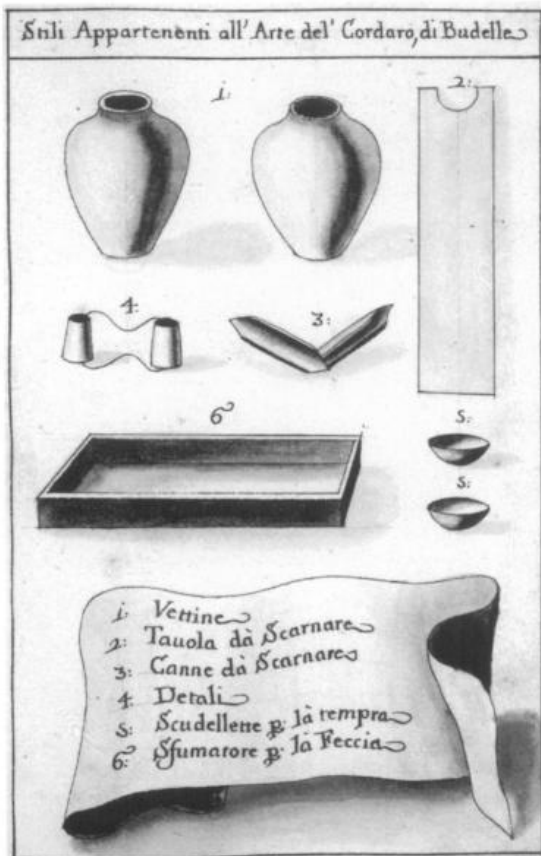


Ilustración 10: Equipamiento de constructores de cuerdas romanos según Giovanni Pierto Pinaroli, *Polyanthea Technica* (...) Roma, 1718-32. Fuente tomada de: Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), pp. 151-152.

El **tercer paso** era decisivo para la apariencia final de la cuerda, pues se trata del retorcimiento. Aquí es donde la tripa curtida “en bruto”, previamente seleccionada según su calidad, era trabajada para obtener los diferentes diámetros. El “capatore” seleccionaba las tripas según su grosor. Las tripas finas y elásticas eran usadas para cuerdas de pequeño calibre, fabricadas a veces con una sola tripa. Las de mediano grosor eran empleadas para cuerdas de registros medios, con mayor cantidad de tripas en una misma cuerda. Para las cuerdas muy gruesas, según informa Skippon, podían llegar a utilizarse hasta 100 tripas por cuerda. A veces estas cuerdas tan gruesas tenían usos no musicales como por ejemplo la industria del algodón o la confección de sombreros.

Tras la clasificación de las cuerdas, se procedía a teñir algunas de ellas. Los colorantes eran azul oscuro (turquesa) y rojo (procedente de la cochinilla). Dichos colores tenían como finalidad marcar cuerdas de ciertos instrumentos, como la guitarra, el laúd o el arpa, establecer que eran de alta calidad (aunque no hay suficiente información al respecto) y, en muchas ocasiones, tapar errores de fabricación, como por ejemplo, las mencionadas manchas que aparecen al ser limpiadas las tripas demasiado tarde.

El retorcimiento se iniciaba colocando las cuerdas eran colocadas en el “rinfrescatore”, donde a veces eran espolvoreadas con polvo de alumbre, lo cual las hacía más duras, rígidas y en contrapartida, más frágiles (Peruffo sin embargo afirma lo contrario<sup>33</sup>). Acto seguido, se llevaba a la rueda de retorcer. En un extremo (generalmente la propia pared) había un colgador “telaro” por el que pasaba la tripa, y en el otro, una rueda con una manivela que hacía girar un gancho “fuso”, donde se ataban los extremos de la tripa. Existían máquinas con hasta dos ganchos por rueda que permitían construir dos cuerdas a la vez. Si la tripa era demasiado corta para el aparato, se añadía un nuevo segmento, y si era demasiado larga, se cortaba el excedente. En la confección actual de cuerdas aparecen burbujas de aire aprisionadas dentro de la tripa cuando se pretenden utilizar tripas enteras a la manera italiana. No hay documentación que explique cómo solucionar este problema y a día de hoy es todavía un misterio. Por ello, y siguiendo la

---

33 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), p. 160.

tradición alemana, actualmente las cuerdas están construidas mediante tripas cortadas longitudinalmente, evitando así el mencionado problema. Las cuerdas italianas eran de hecho famosas precisamente por el uso de la tripa entera, y a fin de garantizar este proceder, se establecieron penas de “*frusta e galera*” (latigazos y cárcel) para aquellos fabricantes que cortaran longitudinalmente las tripas<sup>34</sup>.

El **cuarto paso** consistía en el sulfurizado y el pulido. El proceso de sulfurización consistía en introducir las cuerdas estiradas en un horno o cámara especial aislada donde se quemaba sulfuro. La duración de este proceso difería según el grosor de la cuerda y las fuentes históricas: Skippon<sup>35</sup> afirma que dura un par de horas, y Diderot<sup>36</sup> alarga la duración hasta seis días. Tampoco hay consenso sobre los resultados de dicha práctica. Antiguamente se afirmaba que, además de blanquear y eliminar los malos olores de la cuerda, se obtenía una mejora en la elasticidad siempre y cuando la operación fuera llevada a término de manera controlada y dentro de unos tiempos óptimos (como afirma Labarraque<sup>37</sup> en sus experimentos en 1822). Hoy en día existe una discusión abierta al respecto: Barbieri afirma que es una operación superflua que puede realizarse simplemente con peróxido<sup>38</sup>, sin embargo, Peruffo asevera que lejos de ser un simple blanqueado, es un proceso de “vulcanización” que no se da con peróxido usado hoy en día<sup>39</sup>. Acto seguido se procedía a un segundo retorcimiento y se frotaban con esponjas de crines de caballo (9) impregnadas en “tempra”. La duración del proceso difería según el lugar de fabricación: en Padua se procedía ya al aceitado, en Roma un segundo sulfurizado y retorcimiento era realizado, y a partir de la segunda mitad del siglo XVIII eran además frotadas con un trapo impregnado de aceite y polvo abrasivo.

---

34 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 154

35 Ibídem, p. 153.

36 Bonta, S. (Apr. 1999). The making of gut strings in the 18th Centuries Paris. *The Galpin Society Journal* (V. 52), p. 380.

37 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 155.

38 Ibídem.

39 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), p. 159.

El **quinto paso** es tal vez el más omitido hoy en día, y se trata del aceitado. Según Labarraque, las cuerdas eran vendidas “*in paper so soaked in oil that it might be said that they were swimming in the liquid*”<sup>40</sup>, a efectos de conservación. Tanto aceites animales como vegetales eran usados, y un problema común era su fermentación: por ejemplo, el constructor de cuerdas Andrea Ruffini perdió 100.000 cuerdas que tenía almacenadas en aceite debido a la depresión producida por las guerras napoleónicas. Para solucionar tal problema, Savarèse<sup>41</sup> propone añadir un 1% de extracto de laurel al aceite, pues este tiene propiedades antimicrobianas. Peruffo afirma que el aceite de oliva puede mejorar las prestaciones de la cuerda.

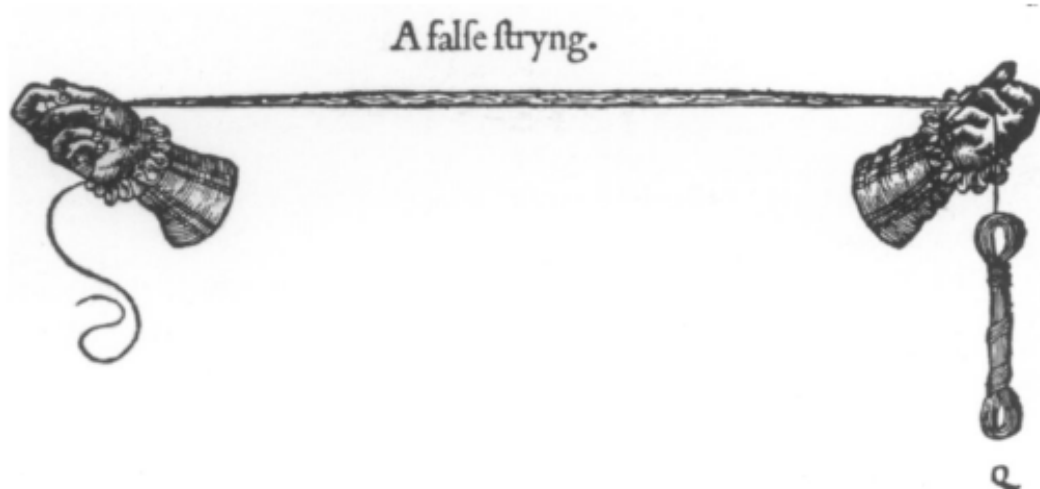


Ilustración 11: apréciase la forma de ovillo en esta imagen de “*A briefe and plaine instruction*” de Adrien Le Roy, fuente encontrada en Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 156.

---

40 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59) , p. 156: “En papel tan empapado en aceite que podría decirse que [las cuerdas] están nadando en el líquido”.

41 Ibídem.



## 6 Tipos de cuerdas

Como hemos visto antes, la producción sonora del violín es un fenómeno muy complejo que depende de muchos factores diferentes. Además tampoco existe un sonido de violín perfecto, pues ello depende de unos cánones que tienen un cierto margen y van variando con el tiempo.

Por lo tanto no podemos hablar de una evolución del violín, sino de una adaptación a las necesidades musicales y posibilidades tecnológicas de cada época concreta. Es importante tener en cuenta que si bien las cuerdas del violín bebieron de las innovaciones tecnológicas presentes en cada época, no fueron siempre bien recibidas, pues no estaban en consonancia con los gustos musicales. Por ejemplo, las cuerdas entorchadas estaban ya disponibles desde mediados del siglo XVII, pero aún entrado el siglo XX todavía había reticencias en usar cuerdas RE entorchadas debido a que “perdía el timbre característico de la cuerda”<sup>42</sup>

### 6.1 Problemática

Una cuerda de violín tiene un largo determinado y requiere de una tensión óptima para funcionar correctamente. La frecuencia es proporcional a la raíz cuadrada del ratio de su tensión entre su masa  $f \propto \left(\frac{T}{M}\right)^{1/2}$ . La única opción para reducir la frecuencia está en aumentar masa (M)

A priori la forma más evidente de ganar masa consiste en agrandar el diámetro de la cuerda, pero ello conlleva reducir su flexibilidad, con el consiguiente problema de aumentar la inarmonicidad. Las cuerdas gruesas resultan difíciles de tocar con un arco pues dicha rigidez dificulta el movimiento de Helmholtz, atenúa el sonido y hace los ataques complicados y ruidosos.

Los diferentes tipos de cuerda que veremos a continuación no son más que la búsqueda de una solución a este problema. Tal vez las innovaciones tecnológicas descubrieran nuevas posibilidades al violín, o puede que fueran las nuevas exigencias musicales las que forzaran a adoptar nuevas tecnologías para la cuerdas. Sea como fuere, no existe ni

---

42 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 174.

es deseable una cuerda perfecta (que podría entenderse como una cuerda perfectamente flexible), pues sin un grado de atenuación sería impracticable y porque es precisamente en esta imperfección, dónde residen las características tímbricas tan diferentemente valoradas a lo largo de la historia.

Para evitar la pérdida de elasticidad en aumentar el grueso de la cuerda es necesario enrollar sus diferentes fibras o todavía mejor, enrollar diversas cuerdas previamente retorcidas (proceso que denominaré “trenzado”). Retorcer o trenzar las cuerdas/fibras permite que estas sean más elásticas pero en contrapartida hace que sean menos resistentes. Las cuerdas susceptibles de ser más gruesas han de tener convenientemente un retorcimiento mayor para compensar la falta de elasticidad adquirida.

## 6.2 Tripa retorcida

Según Barbieri existen indicios de cuerdas altamente retorcidas desde la antigüedad romana, Porfirio (c.232 – 304 d.C.) hace el siguiente comentario:

*“Nam et contortae chordae, ut dictum est, voces faciunt duriores; et si quis chordas tangat manibus violenter, non molliter: Necessario ítem è contrario, cum istae sonum emittant duriozem, illae quae minus sunt contortae, et cornua crudiora, voces faciant molliores”*<sup>43</sup>

Vemos que el retorcimiento de la cuerda es una acción intrínseca a la fabricación de cualquier cuerda de tripa, sin embargo, lo que hace especiales a algunas de ellas es hasta qué punto son retorcidas. Podemos medir su grado de retorcimiento observando el

---

43 Ibídem, p. 163: “Por consiguiente si la respiración es emitida más violentamente, presta la voz [humana] se torna más penetrante debido a la [excesiva] fuerza, cuando antes era más suave [...]. Lo mismo claramente ocurre en los instrumentos musicales. En efecto, incluso la cuerda retorcida, como ya dijimos, produce un sonido más penetrante y los cuernos [bien] secados, como también tocar las cuerdas violentamente y no con suavidad. Ya que emiten un sonido más penetrante, aquellas [cuerdas] están menos retorcidas y aquellos cuernos menos secos emitirán, por otra parte, sonidos más suaves”.

ángulo que producen las fibras sobre su plano longitudinal, y me parece acertada la categorización de Djila Abbot y Ephraim Segerman en Bajo (30°), Medio (30-40°), y Alto (40-55°) retorcimiento, como puede apreciarse en la ilustración 12:

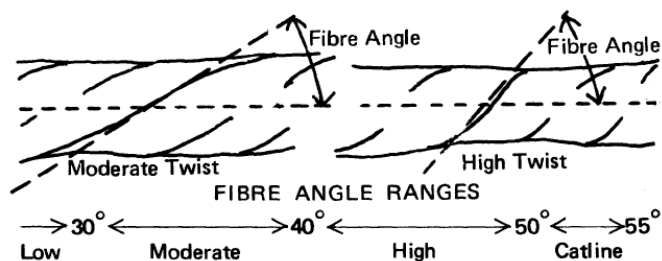


Ilustración 12: Abbott, A. &. (Oct. 1976). Gut Strings. *Early Music* (V.4, n°4), p. 435.

La cuerda tiene unos límites de retorcimiento, como explica Segerman:

*“In practice, the limit to the amount of twist is never reached. As one approaches it with wet gut, the resistance to twisting increases and has to increase the tensión to keep the string straight and not bending into a corkscrew shape. The increased tensión lowers the twist angle [...]”*<sup>44</sup>

Se ha discutido mucho sobre cuán retorcidas han de ser las cuerdas, y la opinión actual general es que las cuerdas del pasado eran más retorcidas que gran parte de las fabricadas hoy en día.<sup>45</sup>

En el renacimiento encontramos referencias a cuerdas de cáñamo (para usos no musicales) llamadas “rinforzate”, es decir, reforzadas. Según varios lexicógrafos,

44 Segerman, E. (May 2009). A basic theory about twist. *FoMRHi* (n°112), p. 31: “En la práctica, el límite de cantidad de retorcimiento nunca se alcanza. A medida que uno se acerca a él con tripa húmeda, la resistencia al retorcimiento aumenta y es necesario incrementar la tensión de la cuerda para mantenerla recta y que no se curve en forma de tirabuzón. El incremento de tensión disminuye el ángulo de retorcimiento [...]”

45 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricercare* (V.IX), p. 176.

“rinforzate” proviene de “spago rinforzato” y significa una cuerda muy retorcida. La relación entre reforzar y retorcer proviene de la creencia de que retorciendo una cuerda se incrementa su resistencia, lo cual René Antoine Ferchault de Réaumur (físico francés) demostró en 1711 ser falso, pues mediante tal acción se obtiene precisamente el efecto contrario.

El grosor de una cuerda nosolo está relacionado con un retorcimiento mayor, sino también un mayor número de tripas utilizadas. Para fabricar una cuerda MI, también llamada “cantini” o “chantarelle” se utilizaban entre dos y cuatro fibras, como podemos apreciar en los inventarios de constructores de cuerdas<sup>46</sup>. Las cuerdas de pequeño calibre fabricadas en Munich, llamadas “Minkins” eran especialmente apreciadas. Las cuerdas LA estaban fabricadas entre 3 y 5 fibras y las RE entre 3 y 8 fibras.

Ya en el siglo XVIII se conocía que al aumentar el número de fibras que componen una cuerda de un grosor determinado, se aumenta su resistencia. Por ello se fueron fabricando paulatinamente cuerdas con un mayor número de fibras sin necesariamente incrementar su calibre. Según Barbieri, el luthier Giovanni Antonio Marchi informa:

*“La natura stessa ci dimostra, che l’abete di vena fina è più forte, perchè è composto di più linee, e così pure la tela benchè sia sottile è di maggior durata, come pure una corda, che parimenti sia composta di più fili, di quello sia un’altra della stessa grossezza, ma di meno fili [...]”<sup>47</sup>*

Debido a la naturaleza de la tripa, la cuerda presenta un grosor irregular. Ello es especialmente inconveniente pues afecta a la calidad y afinación del sonido (no vibra de manera uniforme). Por ello las cuerdas son actualmente rectificadas en su diámetro

---

46 Léase el punto 5.2 de Barbieri, P. (May 2006). Roman and Napoletan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), pp. 165.

47 Ibídem, p. 166: “La naturaleza en sí misma nos muestra que una madera de abeto de veteado fino es más fuerte, pues está compuesto de muchas líneas, como un pedazo de tela, que aunque sea fina es muy resistente, como también ocurre en la cuerda, que si está hecha de de muchos hilos será más resistente que otra del mismo grosor pero fabricada con menos hilos [...]”

mediante un proceso de abrasión. Gran parte de las cuerdas de tripa vendidas hoy en día sufren este proceso, menos popular en la antigüedad. En una cuerda rectificada, sin embargo, son cortadas las fibras y ello afecta a su estructura, por lo que la vida de la cuerda es reducida notablemente.

### 6.3 Tripa trenzada

La cuerda trenzada es una solución sencilla para paliar la falta de elasticidad de las cuerdas gruesas. Su construcción consiste en tomar varias cuerdas previamente retorcidas en sentido horario y retorcerlas juntas de en sentido horario también. Si las cuerdas estuvieran retorcidas en sentido anti-horario (y se retorcieran juntas en sentido horario), obtendríamos una cuerda muy poco elástica. Sin embargo, cuando sendos sentidos coinciden, la cuerda goza de elevada elasticidad.

Tenemos constancia de la fabricación de cuerdas mediante este sistema desde el siglo XV. El teórico musical Ugolino di Orvieto (c1380-1452)<sup>48</sup> clasifica las cuerdas de tripa en 3 tipos: *Nervus rotundus uniformiter*, es decir, de diámetro constante, *Nervus rotundus uniformiter difformiter*, cuya descripción coincide con la de una cuerda trenzada, y *Nervus rotundus difformiter difformiter*, es decir una cuerda falsa (mal fabricada).

Para construir una cuerda trenzada es únicamente necesaria una máquina llamada “orditori” que, de manera similar a la empleada para retorcer las fibras de tripa al hacer una cuerda, retuerce varias cuerdas ya terminadas. Tales cuerdas debieron ser bastante comunes debido a que este tipo de construcción era también usual para usos no musicales y a lo sencillo de su fabricación. Abbott y Segerman las denominaron “Venice Catlines”, aunque no hay consenso en tanto al origen de tal palabra. En su artículo publicado en 1976 hacen la siguiente cita de Downland:

---

48 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 158.

*“[They] are made at Bologna in Lumbardie, and from thence are sent to Venice: from whitch place are transported to the Martes, and therefore comonly called Venice Catlines”<sup>49</sup>*

El nombre Catline existe también en el vocabulario naval: se trata de una cuerda especialmente flexible utilizada para atar el ancla a una viga del barco que sobresale para ese efecto y cuyo nombre en inglés es “cathead”.

Otros estudiosos relacionan el término con la posibilidad de estar fabricadas con tripa de gato. Cat-line en inglés significa hilo de gato. John Downing ha realizado un estudio de diversas fuentes y anatomía veterinaria, constatando que, al margen de que el nombre provenga o no de la palabra Cat, es muy posible que existieran cuerdas (entre ellas las Catlines) fabricadas en gato.<sup>50</sup>

Otra propuesta interesante en tanto a la etimología de Catline es la propuesta por Joan Pellisa<sup>51</sup>, quien afirma que tal vez la palabra venga de Catalonia. Barcelona fue desde el siglo XV un importante centro de producción de cuerdas, y tenemos registros de barcos cargados de ellas que partían de Barcelona hacia Cádiz, desde donde eran enviadas a Castilla, Andalucía, América y el Norte de Europa. Según Pellisa, James Talbot afirma en c.1690 que las Catlines provienen de Cataluña.

Las gruesas cuerdas llamadas “Pistoys” y “Lyons” posiblemente presentaran este tipo de estructura, aunque no hay consenso al respecto y algunos investigadores afirman que se trata simplemente de cuerdas gruesas altamente retorcidas.

---

49 Abbott, A. &. (Oct. 1976). Gut Strings. *Early Music* (V.4, n<sup>o</sup>4), p. 432: “Están hechas en Bolonia, Lombardía, y desde allí son enviadas a Venecia: desde donde son enviadas a los Martes, y por ello son comúnmente llamadas Venice Catlines”

50 Downing, J. (Apr. 2011). "Catgut" revisited . *FoMRHi* (n<sup>o</sup>118), pp. 53-47.

51 Pozas, J. (2011). *The Golden Age of Violin Making in Spain*. Barcelona: Tritó, p. 33.

## 6.4 Tripa Cargada

Una manera de incrementar la masa de una cuerda afectando lo menos posible a su elasticidad consiste en aumentar su densidad. De este modo es posible lograr un diámetro más fino y por lo tanto, una elasticidad mayor.

Como comenté anteriormente, en el tercer paso de la construcción de las cuerdas de tripa (ver p. 38), existe la opción de teñir la cuerda. Peruffo propuso que este proceso podría ir más allá de una mera coloración, tratándose de un proceso de filtración de metales pesados que quedarían retenidos dentro de la cuerda y aportarían su peso.

En su artículo “*Loaded bass gut strings: our researches*”<sup>52</sup> constata que los agujeros de los puentes de laúdes originales supervivientes anteriores al uso de cuerdas entorchadas (concretamente anteriores año 1664) son demasiado estrechos para albergar una cuerda del calibre necesario para ser afinada con suficiente tensión a la nota requerida. Una cuerda de tripa filtrada con metales pesados podría tener suficiente masa para admitir tan finos calibres. A continuación, aporta numerosa información iconográfica (cuadros), en la cual podemos observar cuerdas graves teñidas con colores rojizos, y alguna evidencia literaria que en mi opinión, no está vinculada a nada relacionado con filtrar metales pesados a cuerdas de tripa. Interesantes son sus experimentos, en los cuales se basa en los tratados del teñido del cuero en los siglos XVI y XVII para filtrar metales pesados en cuerdas de tripa. Sus resultados muestran una mayor sonoridad y brillantez en el sonido a cambio de una cuerda más débil.

Esta hipótesis no es compartida por numerosos investigadores. Barbieri afirma que “*There is no evidence to confirm it*”<sup>53</sup>, Segerman comenta “*As for direct evidence for loaded gut, there is none for it ever being used for anything*”<sup>54</sup>. También critica la

---

52 Peruffo, M. (1994). Loaded bass gut strings: our researches. *Lute Society of America Quarterly* (V. XXXIX n°2), pp. 5-14.

53 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59) , 158: “No hay evidencia que lo confirme”

54 Segermann, E. (Nov. 2008). Reply to Peruffo's Com. 1804 on gut strings. *FoMRHi* (n°110) , p. 61: “En tanto a la evidencia de tripa cargada no hay para ella ninguna de que fuera usada para nada”

interpretación de los agujeros de los puentes de los laúdes e incluso su análisis de las fuentes iconográficas. Coakley hace un análisis todavía más exhaustivo y afirma que “*By simple geometric effects, metal particles are difficult to spread evenly in long fibers, and might even tend to reduce elasticity and strenght.*”<sup>55</sup>

La tripa cargada, por lo tanto, sigue siendo un misterio y su existencia es un debate todavía hoy en día. Por otro lado, atendiendo a la fórmula de Taylor (ver p. 16) podemos calcular que para bajar la frecuencia un solo tono de una cuerda, es necesario incrementar su masa en torno al 26%.

## 6.5 Tripa Entorchada

Sin duda la auténtica revolución en las cuerdas para instrumentos musicales consiste en el entorchado. Dicho sistema cambió sustancialmente el comportamiento y sonido de la cuerda, y en la actualidad la mayoría de instrumentos de cuerda frotada están encordados con cuerdas entorchadas.

Según Barbieri<sup>56</sup>, en 1619 Praetorius mencionó por primera vez la cuerda un tipo de cuerda entorchada (cuyo núcleo era también metálico), usada para los bajos del Geigenwerk (extraño instrumento similar al clavecín pero cuyas cuerdas son frotadas). La primera mención, sin embargo, a este tipo de cuerda usando tripa como núcleo se encuentra en 1659, fecha en la cual, según cita Peruffo, Samuel Hartlib escribe en sus “Ephemerides”:

---

55 Coakley, C. J. (Nov. 2008). Tapered lute strings and added mass. *FoMRHi* (nº110), p. 75: “Por simples efectos geométricos, las partículas de metal tienen dificultades para distribuirse equilibradamente en largas fibras, y pueden incluso llegar a reducir su elasticidad y resistencia”

56 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 162.



*“Goretsky hath an invention of lute strings covered with silver wye, or strings which mae a most admirable musick. Mr Boyle [...]. Strings of guts done with silver wyer makes a very sweet musick, being of Goretkys invention”*<sup>57</sup>

Dichas cuerdas empezaron a usarse en la viola da Gamba (Sainte Colombe, que fue uno de sus precursores, las introdujo en Francia en 1675) y la primera evidencia de ser usadas en un violín es de un cuadro datado entre los años 1684-7 (Ilustración 13), cuya cuerda SOL aparece entorchada.

Entorchar consiste en enrollar un alambre metálico a un núcleo. Hoy en día el núcleo suele estar fabricado de materiales sintéticos como el nylon y el entorchado de aluminio, plata, acero, etc. En el siglo XVII se empleaba un núcleo de tripa o seda y un entorchado en plata, oro, cobre, acero, etc, siendo la plata comunmente recomendada por los teóricos. Galeazzi indica en su “Elementi teorico-practici di música” lo siguiente:



Ilustración 13: detalle de *Ritratto di musicisti alla corte medicea*, Antonio Domenico Gabbiani, Florencia, imagen tomada de: <https://www.finestresullarte.info/operadelgiorno/2017/580-anton-domenico-gabbiani-ritratto-di-tre-musicisti-della-corte-medicea.php>

---

57 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca (V.IX)*, p. 156: “Goretsky tiene un invento para cuerdas de laúd cubiertas con hilo de plata, o cuerdas que hacen una música más admirable. El señor Boyle [...] Cuerdas de tripa hechas con hilo de plata hacen una música muy dulce, siendo un invento de Goretsky”

*“L’argento, che comunemente si adopera a questo uso è rame inargentato, e deve esser sottilissimo. Si adopera con egual successo il rame semplice, en anche l’acciajo: ho fatto a bella posta filare dell’argento fino, ma non vi ho conosciuta differenza dall’argento falso comune, se non che ei non diventa rosso, ma resta sempre bianco, rilucente, como fosse sempre nuovo”<sup>58</sup>*

El entorchado tiene forma de espiral, y aunque pueda tapar completamente el núcleo, no actúa como una funda rígida metálica. Así pues, se logra incrementar enormemente la densidad total de la cuerda sin restar elasticidad al núcleo.

Además de los materiales, existen dos factores que pueden influir en el comportamiento de una cuerda entorchada: la proporción de núcleo/entorchado para un diámetro determinado y lo compacto del entorchado. Por lo tanto, una cuerda con una proporción mayor de metal, tendrá a su vez una proporción menor de tripa. Cuanto más prevalece la tripa sobre el metal, más opaco y menos brillante será el sonido, y viceversa.

Según lo compacto del entorchado, podemos hablar de entorchado cerrado (el metal cubre la totalidad del núcleo) o entorchado abierto (cuyo espaciado permite ver el núcleo). El entorchado abierto fue muy popular en Francia, dónde recibió el nombre de “Demi filée”.

---

58 Galeazzi, F. (1817). *Elemento teorico-practici di música*. Ascolti: Francesco Cardi, p. 70: “La plata, que suele usarse para este propósito, es cobre bañado en plata, y [el baño de plata] debe ser finísimo. Se puede también emplear cobre y hierro con éxito: yo hice entorchar con fino hilo de plata, pero no advertí diferencia alguna con la plata falsa común, excepto que no se vuelve roja y permanece blanca y brillante, como si fuera siempre nueva”

Para el núcleo se utilizaba normalmente una cuerda LA de tripa. Según Galeazzi (referenciado por Peruffo): “*per fare un cordone di violino, si adoprerà una seconda non molto grossa*”<sup>59</sup>. Dicho núcleo debía estirarse antes del entorchado para asegurar la buena y homogénea adherencia del alambre, Según sigue citando Peruffo, L. Spohr recomienda tensar la cuerda un tono y medio por encima de LA durante un tiempo para estirla y Galeazzi recomienda “*aplicarla da un capo ad*

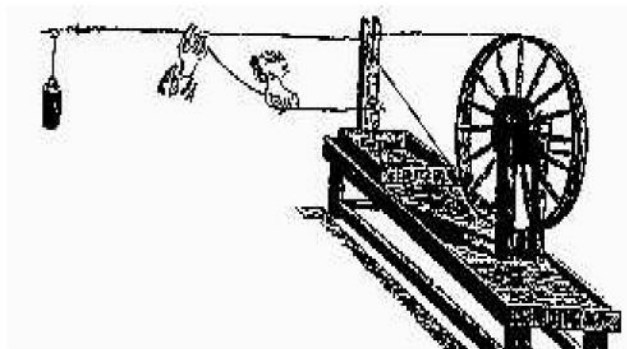


Ilustración 14: Máquina para entorchar, según Briasson et al, *Encyclopédie raisonné des sciences, des arts et des metiers (...)*, Paris 1751-80, fuente obtenida de: Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricercare* (V.IX), p. 176

*un chiodo, e poi sospendervi sotto un peso immobile*”<sup>60</sup>. Debido a la tecnología de la época existían ciertas dificultades para esta operación. Hoy el entorchado se aplica mediante una máquina que estira la cuerda y la hace girar de manera sincronizada por sus dos extremos. Sin embargo las máquinas del pasado (Ilustración 14) rotaban la cuerda únicamente por uno de sus extremos, provocando que el extremo “libre” rotara a menor velocidad y el alambre tuviera una menor adherencia a la misma.

Un problema común derivado de las dificultades para entorchar la cuerda consiste en que el alambre podía golpear el núcleo durante la ejecución, especialmente bajo condiciones atmosféricas húmedas. Como solución se utilizaba una película de seda entre la tripa y el alambre para atenuar dicha vibración. Además, tal atenuación interna es buscada hoy en día pues suaviza el movimiento de Helmholtz y hace la cuerda más fácil de tocar con el arco.

---

59 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricercare* (V.IX), p. 175: “para hacer una cuerda de violín se usará una segunda cuerda no muy gruesa”

60 Galeazzi, F. (1817). *Elemento teorico-practici di música*. Ascolti: Francesco Cardi, pp. 70-71: “sujetarla por un extremo con un clavo y suspender por debajo un peso muerto”

## 6.6 Cuerda de Seda

En otras culturas la seda es muy utilizada para instrumentos musicales. Instrumentos como el Oud estuvieron encordados con cuerdas de seda<sup>61</sup>, y tenemos alguna evidencia escrita fechada entre los siglos VIII y XIV que confirman su uso (por ejemplo en el siglo VIII el ministril Ziryab, en la corte del Califa Harun, utilizaba cuerdas de seda para las cuerdas agudas de su oud<sup>62</sup>) Suponemos que los persas aprendieron a fabricar cuerdas de seda para instrumentos musicales de los chinos, pues de ellos tenemos textos al respecto todavía anteriores. Giambattista Doni (1640), posiblemente informado por su colaborador Pietro Della Valle, quien viajó a Oriente, afirma que en China y Persia “*the thin strings are not made of any other material*”<sup>63</sup>. Sin embargo no llegó a emplearse en Occidente para usos musicales hasta 1803, en el cual Baud, inventor, creó y expuso 37 cuerdas de seda, entorchadas y sin entorchar para instrumentos de cuerda pulsada y un MI sin entorchar para violín. El comportamiento de dichas cuerdas resultó ser muy positivo para los instrumentos de cuerda pulsada, pero debido a su textura granulosa, era poco adecuada para ser frotada con un arco<sup>64</sup>. Si bien estas cuerdas llamaron la atención de músicos y estudiosos, no empezaron a fabricarse para su comercialización hasta alrededor de 1830 en Venecia<sup>65</sup>. Es interesante la referencia a tal tipo de cuerda de Galeazzi:

---

61 Downing, J. (May 2009). Silk Strings. *FoMRHi* (nº 117), pp. 14-25.

62 Downing, J. (Apr. 2011). "Catgut" revisited . *FoMRHi* (nº118), p. 44.

63 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 170: “las cuerdas finas no están hechas de otro material [que no sea seda]”

64 Cohen, A. (Mar. 1983). A cache of 18th Century Strings. *The Galpin Society Journal* (V.36), p. 37-48.

65 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 170.

*“Voglio tralasciare di riferire un piccolo artificio, che in caso di necessità può aver la sua grande utilità. Se alcun mai, trovandosi in campagna, o in altre circostanze, non avesse pronto un Cantino per il proprio Violino, se nen potrà súbito procurar uno fortissimo, e che non cede á comuni, che in chiarezza di voce, in questo modo: si abbia della seta cruda (di qualunque colore, ciò poco importa) se ne formi la grossezza di un grosso Cantino; si divida poi in tre, o quattro capi, co’ qualli si formi una treccia ben stretta, e questa portà serviré per necessità, in vece di Cantino, che benchè si striti assai, giunta che sia al suo termine, non tralascerà di far l’uffizio suo, e sarà anche buono a filare, o ricoprir d’argento (se si faccia un po’ grosso) per far cordoni.”*

66

Comparada a la tripa, la cuerda de seda tiene un índice de rotura mucho mayor, de 210-220, frente a la tripa, cuyo índice se encuentra entorno a 185.<sup>67</sup>

---

66 Galeazzi, F. (1817). *Elemento teorico-practici di música*. Ascolti: Francesco Cardi, p. 69: “Quisiera ahora referirme a un pequeño artificio, que en caso de necesidad puede ser de gran utilidad. Si alguna vez alguien, encontrándose en el campo o en otra circunstancia, no tuviera una cuerda MI para su violín, se podrá fabricar rápidamente uno fortísimo, y no peor a los comunes en claridad de sonido, de este modo: procúrese de seda cruda (de cualquier color, ello no es importante) y forme el grueso del calibre de una cuerda MI; divídala entonces en tres o cuatro capas, con las cuales se formará una trenza bien prieta, que podrá servir, en caso de necesidad como MI, y aunque se estire mucho, si está bien atada en sus términos, hará su trabajo. Y será también bueno entorcharla en plata (se hará algo más gruesa) para hacer cuerdas de mayor grosor”

67 Abbott, D. &. (May. 1974). Strings in the 16th and 17th Centuries. *The Galpin Society Journal* (V.27) p. 59.

## 7 Calibres y tensiones

Una vez explorados los diferentes tipos de cuerdas es necesario montarlas en el instrumento. La elección del grosor de la cuerda determinará su tensión, ya que el largo de la cuerda y su afinación son valores fijos. Recordemos que la frecuencia es proporcional al cuadrado de la tensión y también inversamente proporcional al diámetro.

### 7.1 Problemática

Es muy complejo establecer qué calibres serían los adecuados históricamente, debido a que el largo de cuerda y la afinación, valores “supuestamente fijos”, no lo son tanto.

En el caso del largo de cuerda no existía en el barroco una estandarización de medidas como la hay hoy en día (pensemos, por ejemplo, que según ha podido observarse en los puentes barrocos supervivientes, parece ser que cada constructor tenía su diseño personal, lo cual contrasta con la estandarización moderna<sup>68</sup>), También era una práctica común mover el puente desde las marcas de las efes hacia el cordal. Según cita Greg Dean Petersen, Boyden se expresa al respecto con las siguientes palabras:

*“In paintings... the bridge is often shown placed not in line with the notches in the middle of the f-holes, as the modern bridge is, but further down towards the tailpiece. There are too many instances of this bridge placement for it to have been accidental or casual. Possibly a longer string length was being sought; possibly a certain tone quality”*<sup>69</sup>

---

68 Larsen, D. (Nov. 2003). Instrument set-up for historical performance: a study of early bridges. *CASJ (V.4, n°8, Series II)*, pp. 53-64.

69 Petersen, G. D. (Feb. 2007). Bridge Location on the Early Italian Violin. *Early Music (V.35, n°1)*, p. 50: “En los cuadros... el puente a menudo está ubicado no en línea con las muescas de las efes, como el puente moderno, sino más abajo hacia el cordal. Hay demasiados casos de ésta ubicación del puente para que ello sea accidental o casual. Posiblemente una cuerda más larga era buscada; posiblemente una cualidad tonal”

Petersen realiza en su artículo una análisis de la evidencia iconográfica, que ha sido cuestionada (recordar artículo de Myers<sup>70</sup>) y examina también, mediante rayos UV, 17 violines del museo de la música de Dakota del Sur, fechados entre 1574 y 1715. Descubrió que 13 de ellos presentan marcas de haber tenido el puente colocado por debajo de las marcas de las efes.

Por otro lado no podemos olvidarnos de las diferencias de afinación. Como comenté anteriormente el pitch no estaba estandarizado y variaba de una región a otra y de una época a otra. Ello afecta directamente al tipo de calibres que se pretendan utilizar, siendo los más gruesos aquellos correspondientes a los pitch más bajos. Leopold Mozart<sup>71</sup> (1756) establece tal relación entre el grueso de las cuerdas y el pitch, afirmando que las cuerdas finas son adecuadas para pitches altos y viceversa. Numerosos ejemplos nos confirman la relación de cuerdas gruesas con pitch bajos. Por otro lado, parece que la paulatina necesidad de incrementar el volumen del violín para llenar escenarios cada vez más grandes trajo consigo un engrosamiento de las cuerdas: con cuerdas más gruesas una mayor tensión es requerida, y ello resulta en un mayor volumen. En un contrato del Teatro Regio de Turín<sup>72</sup>, se especifica que los violines y las violas debían ser encordados con “cuerdas gruesas”.

Otro aspecto a tener en cuenta es que en el barroco no se vendían las cuerdas como hoy en día, es decir, con su calibre expresado en milímetros (muchos fabricantes actuales no sólo indican los calibres sino también las tensiones en las cuales funciona cada cuerda, como puede verse en la web Violin String Review<sup>73</sup>).

---

70 Myers, H. (Aug. 2007). Locating the bridge. *Oxford University Press* (V.3,nº3), pp. 491-493.

71 Mozart, L. (2013). *Escuela de violín (Violinschule)*. Madrid: Editorial Arpeggio, p. xvii.

72 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), p. 172.

73 Ver: <https://www.violinstringreview.com/tension-chart.html#> (accedido el 27/04/19)

## 7.2 Tras la medición del calibre

Las cuerdas del pasado se vendían de forma genérica en paquetes que tenían un número escrito, el cual indicaba el número de fibras que componía la cuerda. Así pues, gran parte de la información relativa al calibre de las cuerdas, está relacionada al número de tripas que las componen.

Al no existir máquinas rectificadoras de cuerdas (que las pulen hasta obtener el calibre deseado), los fabricantes debían esforzarse especialmente para lograr cuerdas lo más homogéneas posibles. Aunque era posible un cierto pulido a mano, este era muy sutil pues se corría el riesgo de romper muchas fibras y disminuir la resistencia de la cuerda (ver página 45), por lo que podemos confiar en el número de fibras empleado como un valor más o menos fiable (aún teniendo en cuenta que cada tripa es diferente y que todo el proceso de retorcimiento y pulido altera el grosor de la cuerda).

Según las fuentes, el número de fibras determina el grosor de la cuerda, existiendo cierto margen: para las cuerdas MI se empleaban cuerdas de 2-3 fibras, para las LA de 3-5, y para las RE de 3-8. En el artículo de Barbieri<sup>74</sup> pueden consultarse las fuentes consultadas, que incluyen a Lalande, Maugin Maigne, Savaresse y Donato Vicenti, entre otros.

Para traducir tal información en calibres es necesario examinar los documentos históricos y realizar experimentos.

Los experimentos de Peruffo<sup>75</sup> indican que una cuerda fabricada con 3 tripas enteras de cordero resulta en un grosor que oscila entre los 0,66 y 0,75mm. A partir de esta información podemos calcular el grosor de las demás cuerdas si sabemos cuántas fibras las constituyen, teniendo en cuenta que por motivos geométricos cuantas más tripas se usan menos notoria es la diferencia en el calibre.

---

74 Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), pp. 147-181.

75 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), p. 167.



En 1740 el físico y violinista Giordano Riccati publica mediciones de los calibres de las cuerdas en su libro “*Delle corde*”. A través del artículo de Barbieri<sup>76</sup> he podido comprobar que sus mediciones coinciden con los grosores calculados de manera experimental: MI: 0,69mm LA: 0,89mm RE: 1.09 mm.

Las primeras cuerdas supervivientes de violín son una cuerda MI de 0.72mm encontrada “intacta” en una funda de un violín fabricado por Nicolas Lambert en supuestamente 1765 y un rollo de cuerdas aparentemente pertenecientes a Paganini<sup>77</sup> cuyos calibres son: MI 0,70-0,72mm. LA 0,87-0,89. LA 0.80-0,83mm. RE 1,15-1,16mm.

Posteriores referencias indican un progresivo engrosamiento de los diámetros. En el siglo XIX Spohr recomendaba usar las cuerdas más gruesas posibles (sin llegar a comprometer en exceso el sonido) para un mayor volumen, y creó un calibre (Ilustración 15) cuyas marcas indican el grosor adecuado para cada cuerda, aunque no hay consenso en tanto a la interpretación de sus unidades<sup>78</sup>, afirmando incluso que en la impresión de su *Violinschule* (1832) se redimensionó la imagen alterando su exactitud.

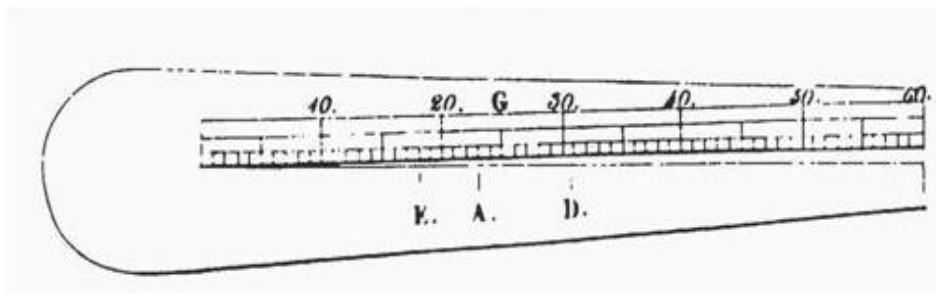


Ilustración 15:  
Calibre para  
cuerdas de  
Spohr, L  
(c.1832)

*Violinschule*, Haslinger, Vienna, p. 9.

---

76 Barbieri, P. (Apr. 1985). Giordano Riccati on the Diameters of Strings and Pipes. *The Galpin Society Journal* (V. 38), p. 26.

77 Peruffo, M. (2001). Nicolò Paganini and gut strings: the history of a happy finding. *Ricerca* (V.XII), p. 138.

78 Segermann, E. (Nov. 2008). Reply to Peruffo's Com. 1804 on gut strings. *FoMRHi* (nº110), pp. 59-71.

### 7.3 Un poco de historia

Los conocimientos sobre física actuales nos permiten una aproximación mucho más precisa a la hora de perseguir un sonido concreto en un instrumento musical. En el caso de querer producir un instrumento exactamente igual al original (replicación) tales conocimientos y tecnologías son de una enorme ayuda: podemos analizar químicamente el barniz, escanear cada veta de la madera, analizar las marcas mediante rayos UV, realizar análisis espectrales, etc. Sin embargo, debemos tener en cuenta que en la antigüedad no disponían de tales medios, y las prioridades en la confección de instrumentos eran muy distintas a las actuales.

En primer lugar las matemáticas no tenían el grado de desarrollo actual, especialmente en el campo de los números irracionales, por ello la geometría era la herramienta principal para hallar la solución a múltiples problemas. Las proporciones geométricas jugaban un papel fundamental en la forma de entender el mundo de aquella época.

En segundo lugar, tales proporciones iban más allá de ser una mera herramienta de cálculo, llegaron a cobrar una dimensión espiritual<sup>79</sup>. En el caso de la música, es remarcable el concepto de “armonía de las esferas”, atribuido a Pitágoras (Ilustración 16), que afirma que los cuerpos celestes se rigen por proporciones matemáticas y que cada esfera emite un sonido específico. Sin embargo muy posiblemente Pitágoras no



Ilustración 16: Pitágoras, según Franchino Gaffurio, F. Gaffurius, (1492) *Theorica musicae*, Philippium Mantegatium, Milan. Liber primvs, p. 35.

---

79 Ver Godwin, J. (2000). *Armonías del cielo y de la tierra*, Barcelona: Paidós Orientalia.

fuera autor de tales ideas y se trate de un mito creado por sus predecesores<sup>80</sup>. Por ejemplo, Boecio afirmaba que Pitágoras descubrió las relaciones armónicas entre los sonidos producidos por los diferentes martillos sobre un yunque (sin embargo sería la masa del yunque y no la del martillo la que determinaría el tono)<sup>81</sup>

Un ejemplo paradigmático de tal modo de pensar se encuentra en el “*Traité de l’harmonie réduite à ses principes naturels*”, publicado por Rameau en 1722, que considera la armonía como una consecuencia matemática, natural y universal. Un fragmento que define muy bien su postulado se encuentra en su tratado “*Démonstration du principe de l’harmonie*” (1750):

*“C’est dans la Musique que la nature semble nous assigner le principe Physique de ces premieres notions purement Mathématiques sur les quelles roulent toutes les Sciences, je veux dire, les proportions, Harmonie, Arithmétique & Géométrie, d’où suivent les progressions de même genre. [...] de sorte que toute la Musique théorique & pratique découle de ces trois proportions, l’harmonie, l’arithmétique. & la géométrie, sans aucune réserve ni pour la raison, ni pour l’oreille. [...]. Au reste, le principe dont il s’agit, appliqué à son premier object, ne se borne pas à la seule composition de la Musique; on peut en tirer des secours pour la fabrique des instruments, & même pour l’invention de nouveaux instruments [...]”*<sup>82</sup>

---

80 Ver Huffman, Carl, "Pythagoras", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/pythagoras/>>.

81 Ver John Fauvel; Raymond Flood; Robin Wilson. (2005). *Music and Mathematics*. Oxford: Oxford University Press, p. 14.

82 Rameau, J.-P. (1750). *Démonstration du principe de l’harmonie*. Paris: Chez Durand, Pissot, p. xxi: “Es en la música que la naturaleza parece asignarnos el principio Físico de estas primeras nociones puramente Matemáticas sobre las que se basan todas las ciencias, es decir, las proporciones, Armonía, Aritmética y Geometría, a partir de las cuales siguen las progresiones de la misma. tipo. [...] para que toda la Música teórica y práctica se derive de estas tres proporciones, armonía, aritmética. Y lo geométrico, sin ninguna reserva ni para el raciocinio, ni para el oído. [...]. Para el resto, el principio en

Por lo tanto, a falta de un mayor conocimiento de física y matemáticas y amparados por el plano espiritual, no es de extrañar que constructores de instrumentos y teóricos buscaran en la proporción geométrica soluciones a los diferentes problemas en la construcción de instrumentos. Tales procedimientos fueron cambiando a medida que aparecieron métodos empíricos más eficaces. Citando a François Denis:

*“From the 13th to the mid-17th century, craftsmen made their models with ruler and compass according to the “art of measurement”. This first, so-called “geometric” period was followed by a transitional period lasting about a hundred years, corresponding to the golden age of Italian instrument-making. Despite its glorious association, it was during this “post-geometric” period that the techniques of compass drawing started to decline with the spread of increasingly empirical methods. The transition ended in decadence as the ancient knowledge and skills vanished completely. It was followed by the “romantic” period, which extends from the mid-18th century to the present day”*<sup>83</sup>

---

cuestión, aplicado a su primer objeto, no se limita solamente a la composición de la Música; Puede utilizarse para la fabricación de instrumentos, e incluso para la invención de nuevos instrumentos [...]

83 Luisa Bagg; et al. (2008). Liutai in Brescia: 1520-1724. Brescia: Eric Bolt Edizioni, p. 318: “Desde el siglo XIII hasta la mitad del XVII, los artesanos hicieron sus modelos con regla y compás según el “arte de la medición”. El primer así llamado periodo “geométrico” fue seguido por un periodo de transición que duró aproximadamente cien años, que corresponde a la edad de oro de los luthiers italianos. A pesar de su gloriosa asociación, fue durante el periodo “post-geométrico” que las técnicas de dibujo con compás empezaron a declinar debido al auge de los métodos empíricos. La transición terminó en decadencia y tanto el conocimiento como sus habilidades terminaron desapareciendo completamente. Fue precedida por el periodo “romántico”, el cual se extiende desde mediados del siglo XVIII hasta hoy en día.”

## 7.4 La práctica

Peruffo define tres tipos de tensión de las cuerdas de un instrumento:

- Tensión igual: en el cual los diámetros de las cuerdas están calculados de tal manera que la tensión (en Kg) sea la misma en todas ellas.
- Sensación táctil de tensión igual: al presionar cada una de las cuerdas a la misma distancia del puente obtenemos la misma sensación de “dureza”.
- Tensión escalada o degradada: en la cual, desde la cuerda más fina a la más grave la tensión va disminuyendo gradualmente.

Repartir la tensión de igual manera entre todas las cuerdas puede parecer una tarea sencilla, sin embargo, tanto las variables físicas como las ideas propuestas por los tratadistas crean una mezcla de complejidad y ambigüedad que hace de la tensión igual (entendida en un sentido estricto) una utopía.

En primera instancia, los tratadistas del siglo XVII no se expresan en unidades de medición, sino en “sensación táctil”. En el siglo XIX Galeazzi todavía hablaría al respecto de la siguiente manera:

*“(…) la tensione deve esse per tutte queattro le corde la stessa, perchè se l’una fosse più dell’altra tesa, ciò produburrebbe sotto le ditta, e sotto l’arco una notabile disuguaglianza, che molto pregiudicherebbe alla quallità della voce”<sup>84</sup>*

Tratadistas de laúd como Downland (1610), Mary Burwell (1660) y Thomas Mace (1676) hablan también de la tensión igual en tanto a “sensación táctil” sin ofrecer ninguna medición concreta.

La sensación obtenida de presionar una cuerda no es un método objetivo para conocer su tensión. Sometidas a una misma tensión, una cuerda fina parecerá más tensa al tacto porque teniendo una superficie menor se hundirá más en la yema del dedo. Por otro

---

84 Galeazzi, F. (1817). *Elemento teorico-practici di música*. Ascolti: Francesco Cardi, p. 67: “La tensión debe ser la misma para las cuatro cuerdas, porque si una fuera más tensa que las otras, pues ello produciría bajo los dedos y bajo el arco una notable desigualdad, que mucho perjudicaría a la igualdad del tono”

lado, lo contrario ocurre si la frotamos: una cuerda fina presentará menos fricción sobre las crines y parecerá menos tensa que una gruesa. Esto último es estudiado por Riccati, que hace la siguiente afirmación:

*“Egli è d’uopo premettete, che qualunque l’arco tocchi una maggior superficie nelle corde più grosse, nulladimeno la sua azuine è costante, purchè si usi pari forza a premer l’arco sopra le corde. Questa forza si distribuisce uguali in corde dofferenti, soffrono pressioni in ragione inversa delle total superficie combacciate dall’arco.”*<sup>85</sup>

En caso de guiarnos por el tacto en la yema de los dedos, obtendremos una tensión menor en las cuerdas agudas que en las graves. Ello posiblemente sería un error pues no existe evidencia alguna que defienda tal distribución de la tensión, (de hecho, los defensores de la tensión escalada defienden justamente lo contrario: una mayor tensión en las cuerdas agudas).

Una segunda forma de acercarnos a la tensión igual es mediante el cálculo matemático. Sin embargo hay un factor a tener en cuenta: cuando la cuerda es sometida a una tensión determinada, se estira y reduce su diámetro. El coeficiente de encogimiento de una cuerda depende de su grosor, el largo de la cuerda, los parámetros de construcción, calidad del material, etc., de tal modo que a mayor tensión, mayor será el encogimiento de la cuerda.

Por lo tanto, calcular los calibres para las cuerdas de un instrumento a fin de lograr una tensión igual es prácticamente imposible. No es válido medir el calibre de las cuerdas “en estado de reposo” (pues se encogerán al ser tensadas) y es muy difícil tener en

---

85 Riccati, G. (1767). *Delle corde ovvero Fibre elastiche schediasmi fisicomatematici del conte Giordano Riccati nobile trevigiano*. Bologna: Stamperia di San Tommaso d'Aquino, p. 129: “Es apropiada la premisa, que el arco toca una mayor superficie de las cuerdas más gruesas, por otro lado su acción es constante, pues se usa la misma fuerza para presionar el arco sobre la cuerda. Esta fuerza se distribuye por igual en todas las partes tocadas, y por lo tanto dos partes iguales en cuerdas diferentes sufrirán presiones a razón inversa de la superficie total cubierta por el arco”

cuenta todos los factores que influyen en el coeficiente de encogimiento. Mediante el cálculo matemático no podemos, pues, más que aproximarnos a la tensión igual.

Peruffo, firme defensor de estas ideas, ha realizado experimentos en los que intenta afinar dos cuerdas de violín (MI y RE) a la misma tensión. Tras especular matemáticamente sobre los calibres requeridos usó una cuerda MI de 0,65mm, que necesitó 7,6 kg para ser afinada y presentó una reducción de su diámetro del 5%. La cuerda RE, de 1,45mm, requirió de 8,3 kg y presentó una reducción de  $>0,1\%$ . Tratando de mejorar estos resultados, cambió el calibre de la cuerda MI, pero de nuevo, el imprevisible coeficiente de encogimiento imposibilitó llegar a una tensión igual.<sup>86</sup>

El primer teórico en relacionar matemáticamente el largo de la cuerda, la densidad, la tensión y el diámetro fue Marin Mersenne. Según aparece en el artículo de Peruffo, Mersenne establece ciertas reglas para el cálculo de cuerdas. La primera regla reza así:

*“Si les chordes sont esglaes en longueur & grosseur, & que l’une fasse le son grave qui est C fa ut, quand elle est tendue avec le poids d’une libre, il faut tendre l’autre avec quatre livres pour la faire Monter à l’octave, d’autant que les poids sont en raisan doublée des intervalles de l’octave, est de 2. à 1. Dont la raison 4. à 1 est double”<sup>87</sup>*

Esta regla establece, acertadamente, que la frecuencia es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la tensión, como afirmarí­a Taylor más adelante.

---

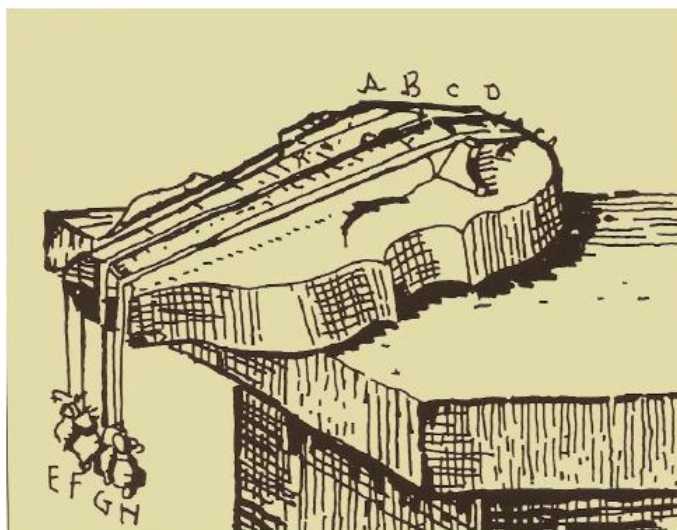
86 Peruffo, M. (2011). *Equal tension, equal feel and scaled tension*. TgBook, p. 19.

87 Ibídem, p. 11: “Si las cuerdas tienen el mismo grosor y longitud y una produce una nota baja, que es un C fa ut, cuando se estira con el peso de una libra, la otra debe ser estirada con cuatro libras para alcanzar la octava superior, debido a que los pesos están a la razón cuadrada de los intervalos armónicos a los que uno hace ascender la cuerda; por lo tanto, el intervalo de octava es 2 a 1, por lo que la razón 4 a 1 es el doble”.

Sin embargo, en la segunda regla estableció que para alcanzar una perfecta octava es necesario añadir un coeficiente correctivo al peso mayor, es decir 4 libras y  $\frac{1}{4}$  contra 1 libra. Tal contradicción no pasó inadvertida a Daniello Bartolli (1608-1685), quien estaba convencido de tratarse de un error. La segunda regla, por lo tanto, desemboca en una tensión escalada, no igual.<sup>88</sup>

Es especialmente interesante que el propio Mersenne afirme que existe una brecha entre sus reflexiones y la práctica musical, ¿puede ello restar significancia a los tratados especulativos como descripción de la práctica musical diaria?

Otra fuente relevante del siglo XVII es Atthanasius Kircher, residente en Roma que, según Peruffo,<sup>89</sup> documentó en 1650 la cantidad de fibras necesarias para hacer las cuerdas de un Violone Romano. Gracias a que también informa sobre la afinación de las cuerdas del instrumento es posible calcular el grosor de las cuerdas (considerando un Pitch romano de 392 Hz y un hipotético largo de cuerda de 90 cm), obteniendo un perfil escalado de tensiones.



Serafino de Colco (1692) fue posiblemente el primero en proponer un método capaz de obtener la tensión igual en todas las cuerdas (Ilustración 17). Según vemos en el artículo de Peruffo, escribe:

Ilustración 17: Experimento de Di Colco, , fuente obtenida de: Peruffo, M. (2011). *Equal tension, equal feel and scaled tension*. TgBook, p. 18.

*“Siano da proporzionarsi ad un violino le corde [...] sistese, e distirate da pesi uguali [...]. Se toccandle, ò suonandole con l’arco formeranno un violino benissimo accordato, saranno benne proporzionate, altrimenti*

---

88 Ibídem, p. 12.

89 Ibídem, p. 15.



*converrà mutarle tante volte, sin tanto che l'accordatura riesca di quinta due, che appunto tale è l'accordatura del violino*”<sup>90</sup>

Leopold Mozart<sup>91</sup> propone un procedimiento similar:

*“El violín se encorda con cuatro cuerdas, cada una de las cuales debe tener el grosor adecuado en relación a las otras. Digo “en relación a las otras”, pues si una cuerda fuera demasiado gruesa o fina en proporción con otra, sería imposible obtener un sonido bueno y regular (...). Quien desee tomarse la molestia puede probarlas según los principios matemáticos y comprobarlos en dos cuerdas de tripa bien tensadas (...). De cada una de las dos cuerdas se pueden colgar sendos pesos equivalentes. De esta forma, si las cuerdas han sido bien elegidas, deberán producir el intervalo de quinta al ser golpeadas; sin embargo, si una cuerda sonara demasiado alta y sobrepasara la quinta, sería señal de que es demasiado fina, por lo que deberá elegirse una cuerda más gruesa.”*

Tanto la propuesta de Di Colco como la de Leopold Mozart son, a mi entender, las únicas capaces de permitirnos encontrar cuerdas adecuadas para una tensión igual. Las cuerdas son valoradas por sus propiedades en estado de tensión y elegidas de forma empírica. Pese a todo, el método de L. Mozart es menos correcto pues dos cuerdas de diferente grosor serán estiradas por el mismo peso de manera diferente, modificando el largo de cuerda. En el caso de Di Colco, las cuerdas estiradas están delimitadas por un

---

90 Peruffo, M. (1994). Loaded bass gut strings: our researches. *Lute Society of America Quarterly* (V. XXXIX n°2), p. 17: “Las proporciones de las cuerdas deben estar basadas en un violín (...), extendidas y estiradas por pesos iguales (...). Si al pulsar o tocar las cuerdas con el arco producen un sonido bien equilibrado, estarán, pues, bien proporcionadas, por otro lado convendrá cambiarlas tantas veces como sea necesario hasta que los pares de cuerdas estén afinados por quintas, que es precisamente la afinación del violín”

91 Mozart, L. (2013). *Escuela de violín (Violinschule)*. Madrid: Editorial Arpegio, p. xvii.

punteo y una cejilla (aunque ellos también podrían alterar el resultado de la prueba debido a la fricción en sendos puntos). El grabado de Di Colco también presenta un error: suponiendo que las cuerdas sean de diferentes calibres, los pesos están representados de tal forma que las estiran a todas por igual. ¿Será un error del ilustrador o tal experimento nunca fue más allá de su formulación?

Pese a la validez de estos métodos considero que por motivos prácticos no podían tener lugar en la vida musical diaria (nos encontramos de nuevo en la “brecha” de Mersenne). Es extremadamente difícil encontrar dos cuerdas que, sólo por su grosor, ofrezcan un intervalo de quinta (¿según qué temperamento?) y prácticamente imposible encontrar un juego de cuerdas completo perfectamente proporcionado, sobre todo teniendo en cuenta la poca regularidad de las cuerdas del pasado. De hecho, Leopold Mozart indica más adelante en su tratado:

*“Pero, ¡cuán difícil es encontrar cuerdas con grosor regular! ¿No suelen ser más gruesas en un extremo que en otro? ¿Cómo se puede hacer una prueba con una cuerda irregular? Por ello os quiero recordar de nuevo que la elección de las cuerdas debe hacerse con la mayor pulcritud posible y no al azar.”*<sup>92</sup>

Sobre la tensión escalada encontramos numerosas descripciones de cuerdas (número de fibras) cuyo cálculo nos lleva a una tensión escalada: es el caso de las descripciones de De Lalande y del constructor Donato Vincenti<sup>93</sup>.

Por otro lado, el Físico Conte Riccati crea una explicación matemática a la tensión escalada: para reducir una quinta la octava sin variar la tensión sería necesario incrementar el grosor de la siguiente cuerda por la razón de 3/2, es decir, multiplicar su diámetro por 1,5. Él propone multiplicar el grosor, sin embargo, por 1,225, lo cual deriva en una tensión escalada. Un siglo después, el físico Plessiard propondría una

---

92    Ibídem.

93    Peruffo, M. (2011). *Equal tension, equal feel and scaled tension*. TgBook, p. 31.

tensión escalada de forma similar, multiplicando la cuerda por 1,355 (obteniendo un escalado algo menos acentuado<sup>94</sup>).

A jugar por lo que podemos leer en Peruffo<sup>95</sup> Fetis escribe que Tartini de alguna manera midió la tensión total de las cuerdas de su violín, afirmando que era de 31 kg. Peruffo calcula un largo de cuerda de 32 cm y un pitch A = 465, correspondiente a la Venecia del siglo XVIII. Asumiendo también que la cuerda MI era de unos 0,70 mm de acuerdo a las fuentes, es necesaria una tensión escalada para alcanzar los 31 kg. De usar una tensión igual necesitaríamos o bien una cuerda mi de 0,61mm para mantener los 31 kg o bien obtendríamos un valor de 42 kg de emplear un MI de 0,70 mm.

Coincido pues con Peruffo en que seguramente la tensión escalada era más común de lo que varios tratadistas afirman. Pese a todo, creo que se podría expandir el concepto de “tensión igual” para albergar “tensión prácticamente igual”. No quiero subestimar el concepto de coeficiente de encogimiento: me parece muy acertado, pero no creo que una diferencia de unos gramos (600 en el caso del experimento de Peruffo) deba ser motivo para catalogar una tensión cercana a la igual como tensión escalada. Por otro lado es necesario mirar con cierto escepticismo los cálculos de los grosores de las cuerdas: me llama la atención que Peruffo por una parte descarte la tensión igual por el pequeño e impredecible coeficiente de encogimiento para luego afirmar con rotundidad que el cálculo de unas cuerdas de un instrumento cuyas medidas, afinación, temperamento, etc., no conocemos en base a una fuente que cita el número de tripas, cuyo grosor, densidad, técnicas de fabricación, rectificado, etc. tampoco conocemos da como resultado la tensión escalada. Además, según he podido comprobar al contrastar diferentes publicaciones, cada investigador hace sus propias aproximaciones.<sup>96</sup>

---

94 Barbieri, P. (Apr. 1985). Giordano Riccati on the Diameters of Strings and Pipes. *The Galpin Society Journal* (V. 38), p. 30.

95 Peruffo, M. (2011). *Equal tension, equal feel and scaled tension*. TgBook, p. 32.

96 Véase Segermann, E. (Nov. 2008). Reply to Peruffo's Com. 1804 on gut strings. *FoMRHi* (nº110), pp. 59-71.

Como vemos es difícil saber qué calibres y tensiones eran preferidos por los músicos. Todas las hipótesis que nos podamos hacer no podrán pasar de la mera especulación, por lo que es necesario conformarse con una aproximación.

En líneas generales podemos intentar una tensión prácticamente igual para la música más temprana, de acuerdo a los tratadistas para laúd y elegir una tensión escalada para la música del siglo XVIII si contemplamos la evidencia de los fabricantes de cuerdas, Riccati, Tartini, etc o bien una aproximación a la tensión igual si dirigimos nuestra mirada a Di Colco, Leopold Mozart o Galeazzi.

Debemos también tener en cuenta que los pitches graves requerían de cuerdas más gruesas y la tendencia de finales del siglo XVIII a aumentar el calibre de las cuerdas para obtener un mayor volumen, así como todos los registros fiables el calibre de las cuerdas (como por ejemplo los ofrecidos por Riccati).

## 7.5 Calidad de las cuerdas

Independientemente del calibre, ¿cómo podemos valorar la calidad de una cuerda de tripa?

En la antigüedad las cuerdas eran muy heterogéneas: existía una gran variedad según la procedencia o fabricante de la cuerda, dentro un paquete podían observarse notables diferencias entre cuerdas hechas mediante el mismo procedimiento y número de fibras. Incluso una misma cuerda, ya cortada a la longitud necesaria para ser colocada en el instrumento, podía presentar irregularidades, como un extremo más grueso que otro, etc.



Ilustración 18: identificando la veracidad de las cuerdas, fuente obtenida de: Abbott, A. &. (Oct. 1976). Gut Strings. *Early Music* (V.4, nº4), p. 433.

Ante tal situación, los músicos desarrollaron una extraordinaria capacidad para identificar las mejores cuerdas, y posiblemente tal saber se transmitiera de forma oral entre el maestro y los alumnos hasta que debido a la estandarización de las cuerdas del siglo XX terminara perdiéndose. Afortunadamente ha quedado una parte de este conocimiento oral en algunos comentarios escritos. Podemos observar, por una parte, que no hay unanimidad sobre lo que debería ser una cuerda correcta, y que los parámetros a valorar son los mismos desde el siglo XVIII al XIX<sup>97</sup>.

Un método temprano para probar la calidad de la cuerda consiste en estirla con ambas manos y pulsarla. Según podemos ver en el artículo de Abbott, A. & Segerman, E: “*their goodness is known thus: holding the two endings in each hand striking the string with me middle finger, if they part in two only [...]*”<sup>98</sup> En tal método es necesario observar la curva que describe la vibración de la cuerda. Si podemos observar únicamente los contornos de esta, indicará que es buena. Son de gran ayuda las ilustraciones mostradas (Ilustración 18) de Ganassi y Mersene sobre este procedimiento. En la actualidad debemos tener cuidado, pues la luz artificial no es constante y parpadea a la velocidad de la frecuencia de la electricidad alterna que la alimenta (por ejemplo, 50 Hz en España), con lo cual podría alterarse nuestra percepción del patrón vibracional. Es mejor emplear luz natural.

Galeazzi:

*“La buona corda dev’esser diáfana, color d’oro, cioè che dia sul gialletto, e non candida, como alcuni vogliono, liscia, e levigata, ma ciò*

---

97 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca* (V.IX), pp. 155-203.

98 Abbott, A. & Segerman, E. (Oct. 1976). Gut Strings. *Early Music* (V.4, n<sup>o</sup>4), p. 433: “la calidad [de la cuerda] es conocida de la siguiente forma: sujetando sendos extremos en cada mano y pulsándola con el dedo anular, si se parte en dos solamente [...]”

*independentemente dall'esse pomiciata, senza nodi, o giunte, al sommo elástica, e forte, e non floscia, e cedevole.*"<sup>99</sup>

Labarraque:

*"La corde la meilleure et qui doit faire le plus long usage, est celle qui change le moins d'aspect quand on la monte sur rinstrument: celles qui se ternissent et prenent leur transparence ne doivent pas resister."*<sup>100</sup>

Spohr:

*"Die äussern Kennzeichen einer guten Saite sind: weisse Farbe, Durchsichtigkeit und glatte Oberfläche. Doch darf letztere nicht, wie bey den deutschen Saiten, durch das Abschleifen mit Bims-Stein hervorgebracht seyn, da geschliffene Saiten stets schreiend und falsch im Ton sind."*<sup>101</sup>

---

99 Galeazzi, F. (1817). *Elemento teorico-practici di música*. Ascolti: Francesco Cardi, pp: 66-67: "Una buena cuerda debe ser transparente y dorada; es decir, debe tender hacia el amarillo claro y no hacia el blanco como algunas personas desean; suave y bruñida, independientemente de si ha sido pulida; sin nudos ni juntas; sumamente elástica y fuerte; no floja y blanda."

100 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricercare (V.IX)*, p. 161: "Las mejores cuerdas y las que más duran son aquellas que cambien menos de aspecto al ser montadas en el instrumento; aquellas que se opaquen y pierdan su transparencia posiblemente no durarán"

101 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricercare (V.IX)*, pp. 161-162: "Las características externas de una buena cuerda son: color blanco, transparencia y superficie suave. Sin embargo esta última cualidad no debe ser obtenida, como ocurre con las cuerdas alemanas, gracias al pulido con piedra abrasiva, ya que las cuerdas pulidas son siempre falsas y estridentes"

Maugin Maigne:

*"Les chantarelles, dit M. Ph. Savarèse, doivent être transparentes, parfaitement unies et assez régulières de grosseur. Elles ne doivent pas être trop blanches, car cela prouverait qu'elles ont été faites avec des agneaux trop jeunes, et lorsqu' on serre un paquet de chantarelles sous la main, elles doivent paraître élastiques et revenir promptement comme le ferait un ressort d'acier. [...] Les grosses cordes, deuxième et troisième, doivent, au contraire, être transparentes et très blanches. Il faut, en outre, qu'elles soient très molles quand on en comprime un paquet, mais elles ne doivent pas changer de couleur et elles doivent revenir promptement à leur état cylindrique; si elles présentaient trop de raideur, cela indiquerait qu'elles ont été faites avec des boyaux trop résistants, et, dans ce cas, elles auraient une mauvaise qualité de son."<sup>102</sup>*

---

102 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricerca (V.IX)*, p. 162: "Las "cantarelles" (cuerdas agudas), dice el señor Ph. Savarèse, deben ser transparentes, perfectamente unidas y de un grosor muy regular. No deben ser demasiado blancas, pues ello mostrará que han sido fabricadas con corderos demasiado jóvenes; y cuando se aprieta un paquete de "chantarelles" deben sentirse elásticas y volver prontamente y volver como un muelle de acero haría. (...) Las cuerdas mayores, la segunda y la tercera, por otro lado, deben ser transparentes y muy blancas. Además, deben ser muy blandas cuando el paquete es presionado, pero no deben cambiar su color y volver rápidamente a su estado cilíndrico. Si son demasiado rígidas, significa que han sido fabricadas de tripas demasiado resistentes, en cuyo caso tendrán un tono pobre."

Hart:

*"In selecting the E string, choose those that are most transparent; the seconds and thirds, as they are made with several threads, are seldom very dear. The firsts never have more than a few threads in them, and hence, absence of transparency in their case denotes inferior material."*<sup>103</sup>

Forino:

*"La buona corda deve essere non troppo liscia e bianca, ch  l'azione della pomice non giova alla buona sonorit : deve essere molto elastica e perfettamente cilindrica [...]. Per provare l'elasticit  baster  comprimere con le dita una corda ancora attorcigliata e fare l'esperimento, per esempio, fra una tedesca ed una italiana."*<sup>104</sup>

---

103 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries [...]. *Ricerca* (V.IX), p.162: "Al seleccionar una cuerda MI, elige aquella que sea más transparente; las segundas y las terceras, al estar fabricadas de varias fibras, son rara vez muy queridas. Las primeras no deben estar compuestas por más de unas pocas fibras, y por lo tanto, la ausencia de transparencia muestra en este caso un material inferior."

104 Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries [...]. *Ricerca* (V.IX), p. 162: "La buena cuerda no debe ser demasiado blanda y blanca, ya que el uso de la piedra abrasiva no es buena para el sonido. Debe ser elástica y perfectamente cilíndrica [...]. Para probar la elasticidad es suficiente presionar con los dedos el manajo [de cuerdas] y comprobar, por ejemplo, cuerdas alemanas e italianas."



## 8. Conclusiones

Llegados a este punto me gustaría introducir el concepto del método Heurístico.

Según la RAE heurístico/a proviene del griego εὐρίσκειν, *heurískein*, que significa 'hallar', e 'inventar' y el prefijo -tico. La cuarta acepción lo define así: “En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc.”

La heurística es un concepto que busca soluciones prácticas y de manera rápida. No se trata de una solución óptima pero sí intermedia, y actualmente se aplica a problemas de diversa índole, especialmente complejos o cuya información es incompleta.<sup>105</sup>

Si nos fijamos en la historia del las cuerdas del violín encontramos precisamente estos dos ingredientes: es muy compleja (intervienen infinidad de variables y debemos interpretar numerosas contradicciones) y la información es incompleta (directamente no ha sobrevivido ninguna cuerda de violín barroco). Por otro lado la vida moderna impone unos ritmos y unas necesidades muchas veces incompatibles con el máximo grado de rigor histórico. ¿Cuántas orquestas de música antigua adaptan el pitch a cada repertorio? ¿Guarda un auditorio las características acústicas adecuadas al estilo? ¿Cuántos clavecines deberían utilizarse para un concierto que empezara con Frescobaldi, siguiera con Bach y terminara con Rameau?

La práctica contemporánea ha llevado a una renuncia de muchos aspectos musicales por un motivo de practicidad. Ello sin duda va en contra de las premisas de la HIP pero podemos llegar a entender que es un mal hasta cierto punto comprensible. Además, tenemos el consuelo de que tal espíritu heurístico es compartido por los músicos del pasado:

- No siempre se utilizaban las mejores cuerdas, sino aquellas que se adaptaban a las posibilidades económicas de los músicos – Hoy en día es común, por ejemplo, ver a laudistas con Nylgut debido a lo costoso que resulta el mantener su instrumento encordado en tripa.

---

105 Ver Polya, G. (1957). *How to solve it*. USA: Anchor Books edition

- Pese a las especulaciones teóricas, los músicos estaban supeditados al buen hacer de los fabricantes de cuerdas – Actualmente, pese a las especulaciones organológicas, los músicos estamos supeditados a lo que nos ofrezca el mercado.
- Cada instrumentista tenía sus propios gustos personales en tanto al tipo de cuerdas – lo mismo ocurre hoy en día.
- Cada instrumento, siendo único, requería de unos ajustes específicos (entre ellos la elección de las cuerdas) para funcionar correctamente – De la misma manera que ocurre en la actualidad.

Por último, además de los motivos históricos debemos tener en cuenta otros factores: las cuerdas deben funcionar bien con el instrumento sobre el que vayan montadas (por lo que una interpretación de qué es “funcionar bien” es necesaria) y en ello influirán otros elementos “móviles” como son el puente, el alma, la barra armónica, el cordal, el batidor, el arco, la resina que se utiliza, etc. Influirá también el clima, cuanto suden nuestras manos, nuestras posibilidades económicas, disponibilidad del producto, etc.

Ahora bien, la ignorancia no debe ser nunca el motor de ninguna decisión, pues se perdería la razón de ser de la música antigua. Pese a que alcanzar “el sonido original” sea una utopía, debemos seguir intentándolo. Como puede verse en este trabajo, sabemos realmente muy poco. En el campo de la física los nuevos descubrimientos ciertamente arrojan luz a los llamados “misterios del violín”, pero por cada descubrimiento aparecen nuevas y más complejas dudas. En tanto a las cuerdas queda claro que hay más lagunas que certezas, e incluso en el caso que hubiera sobrevivido alguna a nuestros días, el paso del tiempo habría imprimido en ella una pátina indeleble.

Gracias a este trabajo he aprendido muchísimo sobre las cuerdas del violín barroco y la física que las rodea. He disfrutado mucho del proceso de la investigación y ha sido especialmente emocionante ver lo interdisciplinar que ha resultado todo: para abordar algo tan concreto como las cuerdas en el violín barroco fue necesario viajar de la ingeniería a lo esotérico, de la musicología a la veterinaria, de la hermenéutica a las guerras napoleónicas... También me sorprendió ver como lo que a priori me parecía una inmensa cantidad de información, resultó ser mínima, lo cual me dejó con una sensación agridulce, a caballo entre el placer de lo aprendido el constatar lo poco que de hecho sabemos.

Reconozco que este trabajo hubiera podido ser mucho más completo de haber aportado algún tipo de nuevo conocimiento. Sin embargo, me he limitado sencillamente a realizar un estado de la cuestión, analizando todas las fuentes secundarias disponibles y tratando de organizar lo que leí en ellas. Me hubiera encantado realizar algún tipo de experimento, como analizar los violines del Museu de la Música de Barcelona con rayos UV o por lo menos probar sobre un mismo violín diferentes tipos de cuerdas y analizar mediante un espectro las diferencias tímbricas y de respuesta obtenidas (como hizo por ejemplo McLennann en su tesis doctoral<sup>106</sup>). A mi pesar, un proyecto así se alejaría de mis competencias actuales y sin duda se excedería de lo que, entiendo, debe ser un Trabajo de Fin de Grado. Por lo tanto, consideré que la opción más honesta, realista y provechosa para mi situación actual era limitarme al estado de la cuestión, dejando la puerta abierta a posteriores investigaciones.

---

106 McLennam, J. E. (Aug 2008). *The violin music acoustics from Baroque to Romanti* (tesis doctoral). The University of New South Walles, Sydney, Australia.

## 9. Bibliografía

- Abbott, A. &. (Oct. 1976). Gut Strings. *Early Music* (V.4, n°4), pp. 430-432+433+435+437.
- Abbott, D. &. (May. 1974). Strings in the 16th and 17th Centuries. *The Galpin Society Journal* (V.27), pp. 48-73.
- Barbieri, P. (Apr. 1985). Giordano Riccati on the Diameters of Strings and Pipes. *The Galpin Society Journal* (V. 38), pp. 20-34.
- Barbieri, P. (May 2006). Roman and Neapolitan Gut Strings 1550-1950. *The Galpin Society Journal* (V.59), pp 147-181.
- Bavington, P. (Nov. 2008). "Twined" string for clavichords. *FoMRHi* (n°112), pp. 38-42.
- Bonta, S. (Apr. 1999). The making of gut strings in the 18th Centuries Paris. *The Galpin Society Journal* (V. 52), pp. 376-386.
- Boyden, D. (1989). *The violin*. New York: S. Sadie.
- Corbí, F. (2016) *La vihuela de arco hispana* (tesis doctoral). UAB, Barcelona
- Coakley, C. J. (Nov. 2008). Tapered lute strings and added mass. *FoMRHi* (n°110), pp. 74-76.
- Cohen, A. (Mar. 1983). A cache of 18th Century Strings. *The Galpin Society Journal* (V.36), pp. 37-48.
- Downing, J. (Apr. 2011). "Catgut" revisited . *FoMRHi* (n°118), pp. 53-47.
- Downing, J. (May 2009). Silk Strings. *FoMRHi* (n° 117), pp. 14-25.
- Gaffurio, F. (1492). *Theorica musicae*. Milan: Philippium Mantegatium.
- Galeazzi, F. (1817). *Elemento teorico-practici di música*. Ascoli: Francesco Cardi.
- Godwin, J. (2000). *Armonías del cielo y de la tierra*. Barcelona: Paidós Orientalia.
- Harnoncourt, N. (2009). *La música como discurso sonoro*. Barcelona: Acantilado.
- Haynes, B. (2002). *A History of performing pitch : the story of "A" .* Lanham: Scarecrow Press.
- Haynes, B. (2007). *The end of Early Music*. New York: Oxford University Press.

- Huffman, Carl, "Pythagoras", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/pythagoras/>.
- Hutchins, C. M. (Oct. 1981). The Acoustics of violin Plates (V.245, n°4). *Scientific American*, pp. 170-181.
- John Fauvel; Raymond Flood; Robin Wilson. (2005). *Music and Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Larsen, D. (Nov. 2003). Instrument set-up for historical performance: a study of early bridges. *CASJ* (V.4, n°8, Series II), pp. 53-64.
- Lippi, L. (Apr. 1985). La Construzione del Liuto secondo le indicazioni de Marin Mersenne nell'"Armonie Universelle". *Liuteria* (n°13), pp. 25-30.
- Louchet, J. (May 2009). The Young's modulus made easy. *FoMRHi* (n° 112), pp. 33-35.
- Luisa Baggi; et al. (2008). *Liutai in Brescia : 1520-1724*. Brescia: Eric Blot Edizioni.
- McLennam, J. E. (Aug 2008). *The violin music acoustics from Baroque to Romantic*. Sydney: The University of New South Walles.
- Mozart, L. (2013). *Escuela de violín (Violinschule)*. Madrid: Editorial Arpeggio.
- Myers, H. (Aug. 2007). Locating the bridge. *Oxford University Press* (V.35,n°3), pp. 491-493.
- Peruffo, M. (2011). *Equal tension, equal feel and scaled tension*. TgBook.
- Peruffo, M. (1997). Italian violin strings in the eighteenth and nineteenth centuries (...). *Ricercare* (V.IX), pp. 155-203.
- Peruffo, M. (1994). Loaded bass gut strings: our researches. *Lute Society of America Quarterly* (V. XXXIX n°2), pp. 5-14.
- Peruffo, M. (2001). Nicolò Paganini and gut strings: the history of a happy finding. *Ricercare* (V.XII), pp. 137-147.
- Petersen, G. D. (Feb. 2007). Bridge Location on the Early Italian Violin. *Early Music* (V.35, n°1), pp. 49-64.
- Polya, G. (1957). *Hoy to solve it*. USA: Anchor Books edition.
- Pozas, J. (2011). *The Golden Age of Violin Making in Spain*. Barcelona: Tritó.
- Rameau, J.P. (1750). *Démonstration du principe de l'harmonie*. Paris: Chez Durand, Pissot.

Ramírez, E. (2018). *El expediente X del violín, la simetría perfecta o el sonido óptimo*. México.

Riccati, G. (1767). *Delle corde ovvero Fibre elastiche schediasmi fisicomatematici del conte Giordano Riccati nobile trevigiano*. Bologna: Stamperia di San Tommaso d'Aquino.

Rossing, T.D. (2010). *The Science of String Instruments*. Stanford: Springer.

Rubinoff, K. R. (Sep 2008). (Re)Creating the past: Baroque improvisation in the early music revival. *New Sound* (n°32), pp. 79-93.

Schröder, J. (Apr. 1979). The development violin. *Early Music* (V. 7, n°2), pp. 155-165.

Segerman, E. (May 2009). A basic theory about twist. *FoMRHi* (n°112), pp. 30-33.

Segermann, E. (Nov. 2008). Reply to Peruffo's Com. 1804 on gut strings. *FoMRHi* (n°110), pp. 59-71.

Spohr, L. (c.1832). *Violinschule*. Vienna: Haslinger.

Taruskin, R. (2010). *The Danger of Music and other Anti-Utopian Essays*. California: University of California Press.

Violin String Review. (s.f.). Recuperado el 27 de 04 de 2019, de <https://www.violinstringreview.com/tension-chart.html#>

## 10. Apéndices

### Vendedores de cuerdas de violín barroco

<http://nrinst.co.uk/>

<http://pyramid-saiten.de/de/products/other-historic-barock.php>

<http://www.baldock.de>

<http://www.cordedrago.it/>

<http://www.cuerdasdetripafrechina.com>

<http://www.damianstrings.com>

<http://www.globalgut.co.in/>

[http://www.liuteria-antica.com/Universale\\_strings/](http://www.liuteria-antica.com/Universale_strings/)

<http://www.newglobalguts.xyz/>

<http://www.torostrings.it>

<https://aquilacorde.com>

<https://store.efrano.de/en/music-strings/strings-for-violin/>

<https://www.bostoncatlines.com>

<https://www.gamutmusic.com/gimped-gut>

<https://www.kuerschner-saiten.de>

<https://www.optima-strings.com/es/>

<https://www.pirastro.com>

<https://www.pure-corde-shop.com>

<https://www.sergecladeres.fr>

<https://www.societe.com/societe/societe-francaise-de-cordes-en-boyaux-973504541.html>

**Baroco**

60 rue de Rome

75008 Paris

France

Tel: (01 42) 93 28 95

Fax: (0142) 93 27 45

**Carl Hellweg - CHD Strings**

Postfach 720145

Lütgendortmunder Hellweg 12

44388 Dortmund

Germany

Tel: (02 31) 63 2562

**Naoki Fujii**

Stuyvesant straat 9/1

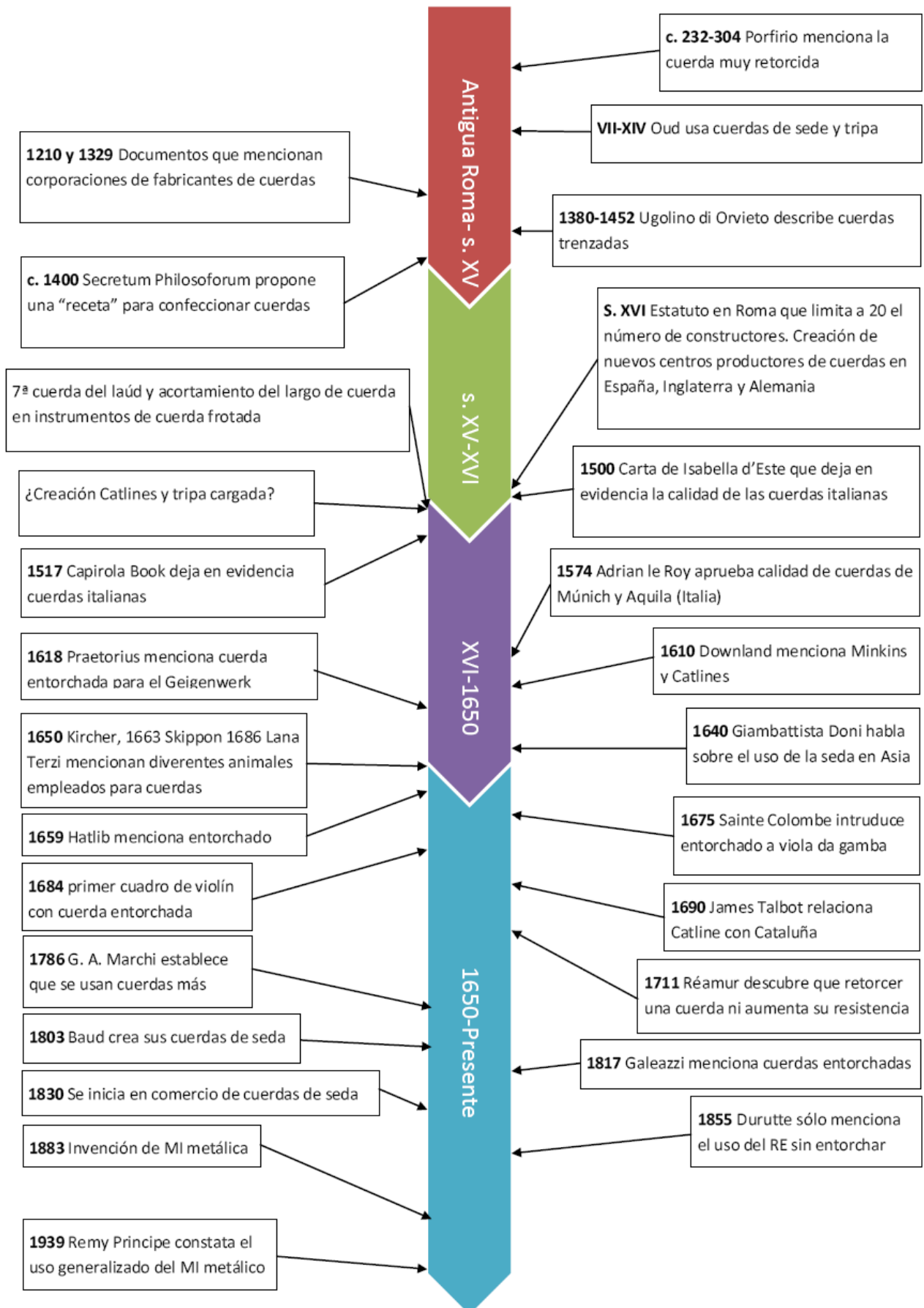
1058 AJ Amsterdam

The Netherlands

Tel: (31 20) 689 2058



## Línea cronológica



## Tabla de fuentes

<b>Autor</b>	<b>Publicación/es</b>	<b>Fecha</b>
Theophilus		c.1100
Anon.	<i>Secretum Filosofarum</i>	c.1400
Ugolino Orvieto	<i>Declaratio musicae disciplinae</i>	1450
Johannes Tinctoris	<i>De inventione et usu musicae</i>	1487
Lorenzo da Pavia	" <i>Carta a Isabella d'Este</i> "	1503
Vicenzo Capirola	<i>Lute book</i>	1517
Silvestro Ganassi	<i>Letzione Seconda pur della Prattica de Sonare il Violone d'Arco da Tasti</i>	1534
G.M. Lafranco da Terenzo	<i>Scientille de Musica</i>	1553
Georgius Agricola	<i>De Re metallica</i>	1556
Tiomeo Rosselli	<i>Summa de Secreti Universali</i>	1574
Adrian Le Roy	<i>A briefe and plaine instruction to set all musicke of eight diuers tunes in tablature for the lute (...)</i>	1574
Kargen and Louis		1575
Giambattista della Porta	<i>Magicae Natural</i>	1589
William Barley	<i>A new booke of tabliture</i>	1596
Thomas Morley	<i>And plane and casie, introduction to practical musiche</i>	1597
Robert Downland	<i>Varietie of lute lessons</i>	1610
Antonio Fratelli Priuli		1613
Cristoforo del Forno	" <i>Documentos varios</i> "	1613
Michael Praetorius	<i>Syntagma Musicum</i>	1619
Giovanni Battista Doni	<i>Annotazioni degli strumenti musicali</i>	1630
Marin Mersenne	<i>Harmonie Universelle</i>	1636
Sainte Colombe		1645
Athanasius Kircher	<i>Musurgia universalis, sive ars magna consoni et dissoni</i>	1650
?	" <i>Estatuto de los constructores de cuerdas</i> "	1653
Antonio de Zulueta	" <i>Orden</i> "	1657
Samuel Hartlib	<i>Ephemerides</i>	1659
Mary Burwell	<i>Lute tutor</i>	1660
Daniello Bartoli	<i>The Learned Man</i>	1660
John Playford	<i>An introduction to the skill of music (...)</i>	1664
Carlo Pellegrini	<i>Museum historico-legale bipartitum</i>	1665
Horoné Fabi	<i>Physica, idest scientia resum corporeanum</i>	1669
Thomas Mace	<i>Musicus monument</i>	1676
Stradivari	" <i>Questa in cima debe essere una quarta da violino</i> "	1677
Claude Perrault	<i>Oeuvres de physique</i>	1680
Lana Terzi	<i>Magisterium Naturae et Artis Brescia</i>	1684
Jean Rousseau	<i>Traité de la viole (...)</i>	1687

Serafino di Colco	<i>Lettera prima</i>	1690
	<i>Opuscula aliquot, ad Archibaldum</i>	
Lorenzo Bellini	<i>Pitcarnium (...)</i>	1696
	CHRIST CHURCH LIBRARY MUSIC MS	
	1187	c.1698
James Talbot		
Christoph Weigel	<i>Der Saitenmacher</i>	1698
Joseph Sauvenur	<i>Table générale des systemes temperes (...)</i>	1711
Sebastien de Brossard	<i>Fragment d'une méthode de violon</i>	1712
	<i>Roman string makers equipment/</i>	
	<i>Polyanthea technica</i>	1718
Giovanni Pietro Pinaroli		
René-Antoine Ferchault de Réaumur	<i>Historie de l'Academie Royale (...)</i>	1722
Jacques Savary des Bruslons	<i>Dictionnaire universel de commerce (...)</i>	1726
	<i>Historische Und praktische Untersuchung</i>	
Ernest Gotlieb Baron	<i>Des Instruments Der Lauten</i>	1727
Joseph Friedrich Caspar Major	<i>Museum Musicum</i>	1732
	<i>A journey thro' part of the Low-Countries,</i>	
	<i>Germany, Italy and France</i>	1732
Philip Skippon		
François-Joseph Fétis	<i>Curiosités historiques de la musique</i>	1734
	<i>Delle corde ovvero fibre elastiche// Delle</i>	
	<i>vibrazioni sonore (...)</i> (1782)	1740
Giordano Riccatti di Treviso	<i>Défense de la basse de viole contre les</i>	
	<i>enterprises du violon et les prétentions du</i>	
	<i>violoncelle</i>	1740
Hubert de Blanc	<i>Versuch einer Anweisung die Flöte</i>	
	<i>traversière zu spielen</i>	1752
Johann Joachim Quantz	<i>Versuch einer gründlichen Violinschule</i>	1756
Leopold Mozart	<i>Harmonics, ot The Philosophy of Musical</i>	
	<i>Sounds</i>	1759
Robert Smith		
Diderot et D'alembert	<i>Enciclopédie</i>	1762
Giuseppe Baldantoni	<i>"Tabla"</i>	1763
Domenico Antonio Angelucci		1765
Nicholas Lambert	<i>Des cordes Harmoniques</i>	1765
Antoine Forqueray	<i>"Carta"</i>	1767
Jerome de La Lande	<i>Voyage en Italie</i>	1769
Francesco Grisellini	<i>Dizionario delle arte e dei mestieri</i>	1769
	<i>Traité de la fabrique des manœuvres pour</i>	
	<i>les vaisseaux, ou l'Art de la corderie</i>	
	<i>perfectionné</i>	1769
Henri-Louis Duhamel du Monceau	<i>Méthode pour apprendre facilement á jouer</i>	
	<i>de la mandoline (...)</i>	1771
Giovanni Fouchetti	<i>L'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné</i>	
	<i>des sciences, des arts et des métiers</i>	1773
Pierre Jambert		
Donatio Vicenti	<i>Cordaro</i>	1785
Cozio di Salavue	<i>Carteggio</i>	1785
Gian Rinaldo Carli	<i>Delle Opere//Correspondencia con Tartini</i>	1786
	<i>Regole per la costruzione de' violini, viole,</i>	
	<i>violoncelli e violoni</i>	1786
Antonio Bagatella		
Baud	<i>"Caché"</i>	1789

		Circa
François-Joseph Gossec		1800
Abbé Sébastien-André Sibire	<i>La Chélonomie ou le parfait luthier</i>	1806
	<i>Vollständige theoretisch- pracktische</i>	
Franz Joseph Fröhlich	<i>Musikschule</i>	1811
Felix Schindler	<i>The life of Beethoven (notas)</i>	1816
Francesco Galeazzi	<i>Elementi teorico-pratici di musica</i>	1817
	<i>Nuovo dizionario universelle tecnologico o</i>	
Antoine Germain Labarraque	<i>di arti (...)</i>	1822
	<i>Recueil des trav. De la Soc. des Cienc., de</i>	
M. Delezzenne	<i>l'Agricult. Et des Arts de Lille</i>	1823
Edward Neil	<i>Epistolario de Paganini</i>	1829
Louis Spohr	<i>Violinschule</i>	1832
Filippo Foderà	<i>Scienza dell'armonia (...)</i>	1834
Nicola Giuseppe Durnini	<i>Delle corde di minugia</i>	1835
Paganini	<i>"Carta"</i>	1840
	<i>Méthode de violoncelle, adoptée par le</i>	
	<i>directeur du Conservatoire royal de Paris</i>	
Bernhard Romberg	<i>(...)</i>	1840
	<i>Mémoire sur la construction des</i>	
Félix Savart	<i>instruments à cordes et à archets</i>	1856
Philippe, Henry y André Savaresse	<i>Dictionnaire des arts (...)</i>	1865
M.M. Maugin et Maigne	<i>Nouveau manuel du luthier</i>	1869
Alessandro Betocchi	<i>Forze productivi della provinzia di Napoli</i>	1873
Georg Hart	<i>The violin</i>	1874
Antonie Plessiard	<i>Des cordes du violon</i>	1874
Andrea Ruffini	<i>"Tablas de calibres"</i>	1880
Williams Hugins	<i>"Papers sobre Ruffini"</i>	1883
Bishopp	<i>"Cuerdas"</i>	1884
Henri Bouasse	<i>Cordes el membranes</i>	1926