

INSTRUMENTOS DE CUERDA FROTADA Y MATERIALES ALTERNATIVOS. NUEVAS EXPERIENCIAS INTERPRETATIVAS

Javier Alonso Alacreu
Conservatorio Superior de Música de Jaén

RESUMEN

No cabe duda del incuestionable éxito estético y funcional que supone el actual diseño de los instrumentos de cuerda frotada, fruto de la evolución y de una constante búsqueda de la perfección por parte de luthieres y músicos. El diseño actual ya fue definido en el S.XVI, y a pesar de que nunca ha dejado de estar sometido a análisis y experimentación, éste ha permanecido prácticamente inalterado en su esencia. Son muchas las causas por las que hasta ahora la tradición ha pesado más que la evolución, sin embargo en los últimos años esta búsqueda ha recobrado un impulso debido a los cambios experimentados en la sociedad actual. La ciencia y la tecnología han cambiado la forma en la que se crea y consume música a todos los niveles, incluyendo instrumentos e instrumentistas. Aquí se tratarán de exponer las claves de estos cambios, enfrentar instrumentos a instrumentistas y aportar experiencias nuevas relacionadas con el uso de materiales alternativos en la construcción de instrumentos de cuerda frotada.

Palabras clave: *materiales alternativos, cuerda frotada, fibra de carbono, madera de balsa, luthier, experimentación*

ABSTRACT

There is no doubt about the unquestionable aesthetic and functional success in the design of string instruments, result of evolution and a continuous search for perfection by luthiers and musicians. This design was already defined in the sixteenth century remaining unchanged despite a constant analysis and experimentation. There are many reasons why tradition has been more influential than evolution, however in the last years this search is more important due to the changes experienced in the current society. Science and technology have changed the way music is created and consumed at all levels, including instruments and performers. This article will try to expose the keys to these changes, face instruments to performers to contribute to new experiences related to the use of alternative materials in string instruments making.

Keywords: *new materials, bow strings, carbon fiber, balsa wood, luthier, experimentation*

INTRODUCCIÓN

Este artículo es una pequeña parte de un trabajo más amplio dedicado a indagar sobre las tendencias más actuales en la investigación e introducción de materiales alternativos en la

fabricación de instrumentos de cuerda frotada y pulsada, su impacto y aceptación en diferentes áreas relacionados con la música. Este trabajo consta de dos partes diferenciadas: una de documentación e investigación sobre experiencias relacionadas en este campo, y otra sobre creación de experiencias nuevas con instrumentos y personas concretas, que es la parte que nos ocupa.

Para ponernos en situación sobre la realidad actual en la construcción de instrumentos de cuerda frotada, a nivel artesanal se entiende, merece la pena revisar brevemente qué ha significado la investigación en este campo desde que los instrumentos de la familia del violín vieran la luz a mediados del S.XVI. Desde ese periodo ha habido una evolución constante, más o menos significativa, pero nunca una revolución en sí misma. Es en el S.XIX cuando los avances tecnológicos permiten a los constructores experimentar con nuevas formas y materiales. Tiempos en los que se buscaba una verdadera revolución en la construcción de instrumentos; las cuerdas experimentan un cambio drástico, se aprende a hornear y tratar químicamente las maderas, se empiezan a hacer las primeras mediciones acústicas y a extraer explicaciones científicas de lo que hasta entonces se conseguía empíricamente (Monical, 2001). La historia deja evidencias de intentos infructuosos por revolucionar la luthería que en su mayoría han sido relegados a colecciones privadas, museos o publicaciones para asombro y disfrute de todo el mundo.

Sin embargo, a lo largo S.XX se desarrollaron una serie de cambios técnicos y culturales que han dado como resultado el nacimiento de una familia de instrumentos musicales, también de cuerda frotada y paralela a la actual: los instrumentos eléctricos. Si bien su nombre, afinación, técnica y tamaño son similares, los materiales con los que se construyen la mayoría, la morfología, el modo en el que se amplifica su sonido y el uso que se da a estos instrumentos más modernos es distinto, no estando destinados a sustituir a los instrumentos de construcción clásica, sino a complementarlos y diversificar su uso. En este estudio nos centraremos en los instrumentos acústicos, dejando al margen todos los instrumentos de cuerda frotada eléctricos o amplificados, así como todos los instrumentos de cuerda frotada acústicos de familias afines al violín como *Violas*, *Liras*, o de uso folclórico, como son el *Nyckelharpa* sueco el *Hardingfele* noruego, la *Zanfonia* europea, etc.

Los instrumentos de cuerda frotada acústicos no han dejado nunca de evolucionar aún hoy en día, quizás desde una realidad distinta, con necesidades y objetivos distintos, pero posiblemente con una perspectiva similar sobre qué entender por evolución: buscar fórmulas distintas para encontrar un resultado mejor. En el gremio del ingeniero informático está muy extendido el principio de “si algo funciona, no lo toques”. Desde esta perspectiva muchos razonan que si un diseño tan consolidado como es el de los instrumentos de cuerda frotada funciona ¿por qué cambiarlo?, pero al mismo tiempo otros se preguntan ¿por qué no? La explicación en realidad está en la propia idiosincrasia del ser humano. Dicho de otro modo, como refleja Raquel Rodrein en su novela *Tú escribes el final*:

El ser humano es impaciente e inconformista por naturaleza. Impaciente por salir del vientre materno, ansioso por crecer, desesperado por saber y angustiado al mismo tiempo por la ignorancia. Se pasa la mayor parte de su existencia queriendo ser aquello que no es, deseando alcanzar lo inalcanzable, queriendo obtener aquello que no posee. Pero la vida es astuta y calculadora. La picardía del destino se burla de nuestros deseos más insospechados para después hacerlos realidad. Y cuando se logra conquistar la cima, nos quedamos atrapados en ella sin saber cómo volver a bajar a la superficie sin riesgo de resbalarse y desaparecer (Rodrein, 2011, Prólogo, p. 9).

Parece por tanto razonable que exista una constante inquietud por mejorar aquello que ya de por sí es bueno, y aceptar que haya músicos, luthieres, empresas o personas interesadas en este tipo de proyectos, a pesar de que los resultados no siempre sean como ellos esperan. Pero al margen de ese instinto debe haber al menos una razón que impulse ese esfuerzo más allá del simple deseo de querer llevarlo a cabo: ¿es acaso una cuestión de estética, inconformidad, ecología, dinero, moda, tradición, funcionalidad, excentricidad...?

El 3 de marzo de 1973 en Washington fue firmado el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, más conocido como Convenio CITES (1973), el cual busca preservar la conservación de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres mediante el control de su comercio. En la actualidad se han adherido 180 países que supone la práctica totalidad, entre los que se incluyen España desde 1986, o Brasil. Entre las especies amenazadas de flora que Brasil incluye en su lista oficial (2012) se encuentra el árbol de *Pernambuco*, calificado como especie en peligro de extinción en muchas subpoblaciones originales. Aunque su explotación como madera no está prohibida, se están llevando a cabo esfuerzos para reforestar algunas áreas, siendo la falta de su madera crítica para la elaboración fundamentalmente de tintes y fabricación de arcos para instrumentos de cuerda frotada. Éste es un ejemplo de cómo la carencia de una materia prima puede haber llevado a algunos fabricantes de arcos a encontrar una motivación para explorar alternativas al empleo de este material para la fabricación de sus productos, aunque quizás no sea la única.

Puede que las especies de arce y abeto con las que se ha estandarizado la construcción de los instrumentos de cuerda no sean especies en peligro de extinción, ni lleguen a serlo nunca, o puede que las resinas y gomas de los barnices no sean demandadas a escalas ingentes. Puede que las pieles, tendones y huesos de las que se extrae el colágeno para el encolado no vayan a faltar nunca, o puede que el oficio del luthier tal y como lo conocemos hoy en día se perpetúe en el tiempo. De todas formas, por si acaso, porque se puede y porque se quiere, se estudian, ensayan y comercializan algunas alternativas que sería interesante poder evaluar. En un hipotético futuro apocalíptico en el que talar cualquier árbol sea poco menos que un delito, quizás construir un instrumento artesanalmente sea tan inaccesible y costoso que solo unos pocos podrían permitírselo, o puede que podamos imprimírnos nuestros propios instrumentos en casa eligiendo las cualidades sonoras y estéticas que más nos gusten. Puede que el ser humano ya no necesite tocar o escuchar un instrumento de cuerda frotada ya en desuso, o puede que no haya humanidad para hacer uso de él, ¿quién sabe? Si no ponemos límites imaginando nuestro futuro en cualquier área, ¿por qué habría que ponerlos imaginando nuevas soluciones para construir un instrumento aún mejor?

JUSTIFICACIÓN

Investigar sobre la realidad de hoy en día, sobre lo que actualmente está ocurriendo, preocupando o interesando, es fundamental no solo para conocer y entender nuestro presente sino para saber aceptar nuestro futuro. Este trabajo permitirá, lejos de estudios hechos a miles de kilómetros en otras sociedades o sobre elementos a veces difíciles de comprender, vivir y divulgar unas experiencias reales a un colectivo variado: instrumentistas profesionales, que pueden tener conciencia de la existencia de otras posibilidades y alternativas a las tradicionales, aportándoles algo de aire fresco y nuevas experiencias; docentes que pueden experimentar con instrumentos distintos adquiriendo una visión más amplia sobre su propio instrumento; estudiantes que tienen a su alcance la posibilidad de familiarizarse con una temática posiblemente para ellos desconocida así como ampliar sus perspectivas de futuro viendo alternativas reales; y profesionales de la luthería, constructores de instrumentos y comerciantes que pueden tener salida a sus inquietudes y trabajos, a la par de tener acceso a la opinión que los músicos tienen de su trabajo y sus productos.

Sin duda, este trabajo intenta dar continuidad a otros estudios ya realizados anteriormente, pero también puede ser una base sobre la que desarrollar futuros estudios, pues la investigación e innovación no se detienen aquí, ya que hay margen para hacerlo y seguirá siendo necesario estudiar, conocer, divulgar y experimentar con esos avances. Con un diseño metodológico más elaborado y completo el trabajo se puede desarrollar durante años, con unos medios suficientes, involucrando a diferentes profesionales de diversos sectores pudiendo llegar a alcanzar un altísimo valor documental mediante la exploración fructífera de varios fenómenos.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Dada la naturaleza del trabajo donde la transversalidad de contenidos es necesaria, la frontera que separa el estado del arte y el marco teórico es especialmente difusa. Muchas de las fuentes consultadas guardan similitudes, ya que su naturaleza también es transversal, pero han servido más de fuente que de modelo. Éstos trabajos profundizan en teorías o conceptos que han sustentado proyectos previos relacionados con el presente trabajo: experiencias concretas, análisis, búsquedas, etc. Algunos de estos trabajos, estudios y experiencias que se han generado podrían agruparse en cuatro bloques: la evolución en los instrumentos de cuerda, mediciones de materiales, experimentos con diseños alternativos y búsqueda de materiales alternativos, siendo este último en el que nos centraremos. No obstante, no es posible abordar este tema sin explorar antes el marco teórico en el que se encuadran estas experiencias.

Experimental, algo que nunca ha dejado de hacerse

Merece la pena señalar aportaciones como la de Carleen M. Hutchins¹, que en un importante artículo (2004) destaca el trabajo de los primeros matemáticos del siglo XIX como Savart, Helmholtz y Rayleigh en lo relacionado con el violín; posteriormente las investigaciones pre-electrónicas del S.XX de Raman, Miller y Fuhr, desde 1930 hasta 1960 sobre todo en Alemania, EEUU y Japón; finalmente describe brevemente los muchos desarrollos actuales asociados con las tecnologías electrónicas y ópticas de hoy en día. En otro de sus trabajos más referenciados (1981) se estudian los diferentes modos de vibración de una tapa de un violín desmontada. Se describe el denominado *método Chladni*, consistente en esparcir un polvo de contraste sobre una tapa, que es denominada y tratada como una placa, colocada horizontalmente sobre un altavoz y con el interior mirando hacia arriba como un plato.

Woodhouse (2014), en un artículo publicado dentro del departamento de ingeniería de la Universidad de Cambridge sobre la acústica del violín, entre sus conclusiones cuestiona que si un violín fuese inventado hoy hubiese sido la madera el material elegido dada la cantidad de materiales disponibles en la actualidad. A priori el criterio es simple, se elegiría aquel que ofreciera mejores resultados partiendo de un diseño más o menos convencional. Acto seguido plantea el principal problema de esta búsqueda, y es que cualquier parámetro que se aleje de lo convencional haría que el instrumento resultante dejase de sonar a violín.

Mark Katz (2006), en una publicación muy exhaustiva sobre la historia y presente del violín, en uno de sus capítulos dedicado a violines experimentales hace un repaso de aquellos violines creados con planteamientos morfológicos distintos, además de citar las fuentes bibliográficas que hablan precisamente de este tipo de violines experimentales. Por ejemplo menciona las creaciones de Augustus Stroh², Carleen Maley Hutchins³, William Sidney Mount⁴, etc.

Gilbert (2013) hace un estudio sobre los violines experimentales creados en el S.XIX. Esta tesis de máster en música por la Universidad del estado de Florida recoge una amplia variedad de instrumentos, describiendo los de François Chantot⁵, Johann Nicholas Sulot⁶, Félix Savart⁷ y Alfred Stelzner⁸ entre otros, aunque posiblemente los instrumentos más llamativos, por sus

¹ 1911-2009, profesora de ciencias e investigadora estadounidense, autora de numerosas publicaciones de divulgación científica, popularmente conocida por su octeto de violines y por ser co-fundadora de *The Catgut Acoustical Society*, sociedad que persigue la introducción de ideas científicas en la construcción de instrumentos nuevos y tradicionales de la familia del violín.

² Violín de cuerpo estrecho y macizo al que se le incorpora una campana que recoge las vibraciones desde la base del puente y las proyecta amplificadas.

³ Familia de ocho violines redimensionados. El menor es más pequeño que un violín 4/4 y el mayor es más grande que un contrabajo.

⁴ Violín con la caja en forma de cuenco invertido.

⁵ Algunos como el violín guitarra, violín-viola o la guitarra ergonómica.

⁶ Violín con la superficie de las tapas onduladas.

⁷ Violín con tapas planas y silueta trapezoidal.

⁸ Viola con una longitud total de 709 mm, de los cuales 422 mm corresponden a la caja.

formas, son los creados por Thomas Zach⁹, los cuales están expuestos en varios museos como en Copenhague, Bruselas o París.

Centrándonos en el uso de otros materiales, en un artículo (Wambua, Ivens, & Verpoest, 2003) en la revista de divulgación *Composites science and technology*, dentro del departamento de metalurgia y materiales de ingeniería, un equipo de investigadores usó un conjunto de fibras naturales en un proyecto con objeto de sustituir la *fibra de vidrio* cuando se combina con *resinas epoxídicas* para crear un *composite*, pero el estudio no arrojó los datos esperados. Las fibras usadas fueron cáscara de *coco*, *algodón*, *lino*, *cáñamo*, *ramina*¹⁰, *kenaf*¹¹, *sisal*¹² y *yute*¹³, y sus propiedades mecánicas fueron cotejadas con las fibras de vidrio en composite mediante el procedimiento del *péndulo de Charpy*¹⁴. En dichas pruebas la fibra de vidrio resultó ser más resistente que cualquiera de las fibras naturales. No obstante, en la fabricación de instrumentos de cuerda la resistencia a impactos de un martillo de sus placas no es necesariamente una virtud. Del estudio se extrae la conclusión de que las propiedades específicas de los materiales compuestos de fibra naturales eran en algunos casos mejores que las de vidrio. Esto sugiere que los compuestos de fibra naturales tienen potencial para reemplazar a la de vidrio en aplicaciones que no requieren una alta capacidad de carga.

Hablar de explorar, experimentar, testear, investigar, innovar, desarrollar o idear nuevas fórmulas de hacer luthería es hablar de Joseph Curtin, así como de otros luthieres, investigadores o músicos con un gran interés por la innovación como son Hans Johansson, James Ham, Jim Woodhouse, David Rivinus, Charles Besnainou o Douglas Martin entre otros, los cuales han colaborado con una de las asociaciones que más invierte en promover estas investigaciones: The Violin Society of America.

Curtin ha publicado numerosos artículos, como son *Bridge tuning: methods and equipment* (Curtin, 2005) o *Man and the machine* (Curtin & Schleske, 2004) *Tap routine* (Curtin, 2006b), en los que recoge sus observaciones, mediciones, experiencias y reflexiones sobre las tapas de algunos violines, o violines completos, todos muy interesantes. En ellos se menciona el uso del sistema de medición ideado por Martin Schleske¹⁵ basado en el impacto de un martillo, describiendo detalladamente además en uno de ellos cómo funciona (Curtin, 2009), basándose el sistema en un pequeño macillo que golpea la parte lateral del puente de un instrumento colocado verticalmente, mientras el sonido producido es captado por unos micrófono situados a distinto ángulo y distancia. En otro artículo (2006) se pregunta si se puede mejorar el violín tradicional. En él propone algunas soluciones interesantes y sencillas tanto para evitar que el puente se desplace accidentalmente, como un sistema sólido de unión entre la barbada y el cordal a la caja. También se hace eco de interesantes aportaciones de otro luthier¹⁶ consistentes en accesos en el cuerpo de un contrabajo para ajustar la altura de las cuerdas, o cordales que mejoran la respuesta de las cuerdas. En un diseño de viola experimental realizado (1999) buscaba fundamentalmente una mejor ergonomía para el instrumentista: para ello modificó el tamaño de la caja otorgándole más altura y menos longitud. La búsqueda de un sonido oscuro en una caja menor le llevó a experimentar con tapas laminadas intercalando capas de madera con fibra de carbono. El resultado obtenido fue una viola con el timbre característico pero de un tamaño menor, más ergonómica y cómoda.

En Julio de 2005, Douglas Martin, un diseñador de barcos y luthier aficionado, presenta a la VSA unos prototipos de violines hechos con madera de balsa¹⁷. Fueron probados allí mismo por varios músicos profesionales y los resultados acústicos parecieron ser sorprendentes (Revkin,

⁹ Violines y violonchelo cuya superficie de la caja ha sido sobredimensionada para albergar la mayor cantidad de aire posible en su interior.

¹⁰ También denominada *hierba china*, originaria de la península de Malasia.

¹¹ *Hibiscus cannabinus*, una especie de planta anual tropical y subtropical originaria de África y Asia.

¹² *Agave fourcroydes*, una especie de agave originaria del Yucatán, México.

¹³ *Corchorus capsularis*, planta herbácea fibrosa de la familia de las malváceas cultivada en el trópico.

¹⁴ El método consiste en romper mediante un péndulo una muestra de material, la cual es situada entre el punto de partida y el de llegada del péndulo, justo en el punto en el que el péndulo llega con más velocidad.

¹⁵ El sistema viene descrito en su artículo *Empirical Tools in Contemporary Violin Making: Part II. Psychoacoustic Analysis and Use of Acoustical Tools* (Schleske, 2002).

¹⁶ Jim Ham. En su artículo en la VSA sobre innovaciones construyendo contrabajos (Ham, 2007).

¹⁷ El acto en sí tuvo cierta repercusión mediática a nivel internacional.

2006). Unos meses más tarde, el luthier Ted White crea su propia versión de un violonchelo construido con madera de balsa. En un artículo (Ham, 2007) se describe cómo fue el proceso de fabricación basado en la idea de Martin pero con una construcción clásica, con silueta si esquinas tipo Chanut. Debido a lo blanda que es la madera de balsa la estructura del instrumento tuvo que ser reforzada. La publicación contiene numerosas imágenes del proceso. El instrumento fue probado por el chelista Román Borys¹⁸ y los resultados nuevamente fueron sorprendentes. Curtin también realizó su propia versión de un violín ultraligero en 2004 empleando madera de balsa y tras el interés despertado por los violines de Martin, aunque con un diseño completamente distinto, cuya silueta es similar a las antiguas violas de gamba.

En un artículo (Waltham, 2009) del departamento de física y astronomía de la Universidad de la Columbia Británica, Vancouver, se detalla el proceso de fabricación de un violín de balsa, en esta ocasión con las formas tradicionales. Waltham comienza describiendo la morfología del instrumento, las cotas y medidas de cada parte así como las características físicas y resonantes que se pretenden encontrar, todo desde una perspectiva y terminología física, lo que justifica la elección de la madera de balsa como la idónea para buscar esas metas. Tomando como referencia la conferencia de 2005 en el que participaron Curtin y Martin, el autor decide emplear la madera de balsa escogiendo cuidadosamente la densidad de la madera, la cual nunca es exactamente la misma. Tras la construcción de las placas se midieron su capacidad de resonancia recogiendo datos antes de realizar el montaje final. El instrumento fue completado y probado. Los resultados mostraron una mayor y mejor respuesta en la gran mayoría de las frecuencias entre 0-1000Hz, aunque parece ser que el timbre no podía describirse como dulce sino *“más apropiado para un instrumento de baile en un bar ruidoso que para una música delicada”*. El instrumento fue calificado de ruidoso pero tocable, de sonido equilibrado en todas las notas de la escala. Como reflexión final el autor recomienda elegir bien la densidad y calidad de la madera de balsa para realizar el fondo y la tapa de forma uniforme.

Otro material con el que se experimenta mucho en la actualidad, y que lleva evaluándose los últimos cuarenta años en instrumentos musicales, ha sido la fibra de carbono, concretamente los composites a base de fibras de carbono y resina epoxídica o *epoxi*. Se han llevado a cabo muchos estudios sobre su uso en instrumentos de cuerda habiendo una gran cantidad de patentes relacionadas con su aplicación. Stephen M. Probert (2007), en su tesis de máster de ciencia en ingeniería mecánica, sobre diseño, construcción y análisis del composite a base de fibra de carbono y resina epoxi en una guitarra acústica, realiza una exhaustiva descripción sobre el proceso de diseño y construcción, justificando todas aquellas decisiones tomadas en todas las fases. Posteriormente realiza un análisis comparativo de las propiedades acústicas entre una guitarra acústica de madera y ésta de fibra de carbono sirviéndose de varias técnicas de mediciones muy sofisticadas. Tras el estudio acústico se realizó un estudio en sujetos que usaron el instrumento de fibra alternándolo con otros de madera, recopilando experiencias y sensaciones de las que extrajo conclusiones relevantes.

Actualmente algunas empresas¹⁹ se han visto interesadas por la construcción y comercialización de instrumentos de cuerda compuestos casi íntegramente de fibra de carbono. Para alcanzar unos resultados óptimos estas empresas han dedicado muchos años y esfuerzo en estudiar y desarrollar el producto hasta hacerlo viable. Sin embargo, la idea de implementar la fibra de carbono a un instrumento de cuerda frotada no es nueva, ya que su uso empezó a probarse hace más de cuarenta años. En 1972 Carleen Hutchins construyó un violín convencional, a excepción de la placa superior que estaba hecha de tiras de grafito mezcladas con resina epoxi. Este instrumento está expuesto en el National Music Museum de Dakota del Sur. En su web (2002) viene una descripción del proceso seguido en su fabricación, sus cualidades sonoras, los resultados obtenidos y los inconvenientes surgidos.

Pero también se han experimentado otras soluciones más allá de la madera de balsa o la fibra de carbono. Algunos ejemplos son el cuarteto de cuerda de cristal (Matts, 2012), el violín de aluminio (Springer, 1891), el de níquel (Fruman, 1911), el violín vegano (2014), el violín de

¹⁸ Durante la convención anual de 2006 de la VSA.

¹⁹ Por ejemplo empresas como *Luis&Clark*, *Mezzo-forte*, *Qarbonia* o *Elixir violins*.

envases reciclados (Alva, 2015), los instrumentos de hielo (Pangburn, 2016) o el violín impreso en 3D (2011) y así una larga lista de instrumentos de construcción casera, minoritaria o experimental. En general son proyectos más o menos excéntricos cuyos testimonios de uso vienen recogidos en vídeos, entradas de blog, guías de museos u otros sitios web, y aunque resultan ciertamente interesantes no parece haber trabajos o estudios que de algún modo certifiquen su viabilidad o aporten datos acerca de mediciones o comparativas.

Experiencias previas de referencia

Aunque hay una gran cantidad de trabajos previos que van en esta misma línea, muchos de ellos se desarrollan en entornos distintos y con fines diversos. Por ejemplo un Máster en Diseño (Rocha, 2013) llevado a cabo en una Escuela Superior de Artes y Diseño portuguesa IDEIA, dentro del área de especialización de diseño y durante el curso académico 2012-2013. En él se busca el diseño y construcción de un violín completamente funcional de fibra de carbono. Aunque el trabajo se enmarca en un entorno distinto al del conservatorio, poniendo mucho énfasis en la parte del estudio sobre modelos existentes, de *renderizado* del prototipo y construcción del modelo definitivo, también aborda la experimentación con sujetos de diferentes áreas, en las que pide su opinión sobre el instrumento que han fabricado y evalúa la viabilidad de los materiales empleados.

Otro trabajo relacionado (Dominy & Killingback, 2009) es el desarrollado en la Universidad de Nottingham, dentro del departamento de mecánica, materiales e ingeniería de la fabricación. En él se describe cómo fue el proceso de diseño y construcción de la tapa de un violín con laminados de fibra de carbono y madera de balsa, los modos de vibración que tiene y la respuesta ofrecida. Este trabajo aporta la experimentación con tapas, el uso de fibra de carbono y algunos testimonios de músicos y luthieres.

Un estudio que tuvo bastante repercusión acerca de un estudio sociológico a músicos profesionales (Fritz et al., 2014a) se explica detalladamente cómo 10 solistas de renombre probaron a ciegas una docena de violines, seis italianos antiguos, cinco de ellos Stradivari, y seis nuevos. En ningún momento sabían qué instrumento era el que tocaban. Cuando se les pidió que escogiesen un instrumento como sustituto del suyo propio para una hipotética gira de conciertos, 6 de los 10 solistas eligió un instrumento nuevo. Uno de los violines nuevos fue sin duda el mejor valorado de todos.

Por último, Jeong (2012), en su tesis doctoral en artes musicales de la Universidad de Alabama hace un extenso estudio sobre los problemas que plantea el diseño de la viola. Se centra en el trabajo de cinco luthieres que en la actualidad ofrecen alternativas más creativas como son Otto Erdész, Hiroshi Iizuka, David Rivinus, Joseph Curtin y Gabrielle Kundert-Clements. Tras describir las particularidades de sus instrumentos hace unas valoraciones de los mismos, de sus ventajas e inconvenientes. Lleva a cabo una serie de entrevistas ofreciendo el testimonio de varios luthieres que se preocupan por la investigación y experimentación en los instrumentos de cuerda, en particular de la viola. Por todo lo demás, es un interesante trabajo que aborda la búsqueda de diseños alternativos, aunque no necesariamente el uso de materiales novedosos.

METODOLOGÍA

En el trabajo en el que se basa este artículo se ha empleado fundamentalmente el análisis documental de diversas fuentes, tanto las generadas por otros trabajos como las generadas mediante entrevistas. Le ha seguido una serie de actividades de carácter no experimental, cercano a medios cuasi-experimentales, cuyo fin ha sido recoger información de primera mano. Son experiencias concretas de sujetos bajo un entorno en el que se controlan algunos parámetros como contenido, número y perfil de los participantes, actividades desarrolladas, metodología empleada, etc. Las personas han sido seleccionados según distintos perfiles buscados entre diversos colectivos dentro del ámbito musical. De estas actividades se extrajeron una serie de estadísticas y conclusiones. Las diferentes etapas por las que se desarrolló la investigación han sido las siguientes:

- Estudio sobre la evolución de la innovación en luthería.
- Tendencias más actuales en el uso de materiales alternativos.
- Recogida de experiencias y testimonios previos.
- Encuestas online a instrumentistas de cuerda frotada.
- Modificación de un violín convencional.
- Experimentación con músicos de especialidades distintas al violín.
- Experimentación con grupos de violinistas.
- Test en profundidad de un instrumento de madera de balsa.
- Test en profundidad con un instrumento de fibra de carbono.
- Entrevistas con sujetos de diferentes colectivos del entorno musical.

Aunque el estudio se ha centrado en el uso de materiales alternativos en toda la familia de cuerda frotada, el desarrollo de las actividades de la parte más experimental se ha limitado a la práctica con cuatro violines, es por ello que en las etapas relacionadas con la experimentación con músicos se ha diferenciado entre la realizada con violinistas y con no violinistas. Estas dos etapas han resultado ser las más emocionantes de todo el proyecto y con las que más hemos disfrutado los que en él hemos participado, además de las más complejas de llevar a cabo.

Reunido un grupo de músicos, se desarrolla una actividad en la que deben valorar una serie de instrumentos y de situaciones propuestas, reflejando sus observaciones en varios cuestionarios diseñados para tal fin. Es algo que aparentemente resulta muy simple pero que el tiempo ha demostrado que es mucho más complejo de llevar a cabo para obtener unos datos fiables, medibles, objetivos y sobre los que sacar unas conclusiones válidas. La actividad experimental consta de varias fases diferenciadas y con una duración total entre los 30 y los 60 minutos, dependiendo de si los participantes son violinistas o músicos de otras especialidades.

Experimentación con músicos de especialidades distintas al violín

- Audición a ciegas de cuatro violines distintos – 7 min.
- Encuesta sobre la audición anterior – 3 min.
- Segunda audición a ciegas con los mismos violines – 3 min.
- Encuesta sobre la segunda audición – 1 min.
- Muestra de los instrumentos usados – 5 min.
- Encuesta sobre los instrumentos usados – 3 min.
- Debate abierto – 10 min.

Experimentación con violinistas

- Audición a ciegas de un cuatro violines distintos – 7 min.
- Encuesta sobre la audición anterior – 3 min.
- Segunda audición a ciegas con los mismos violines – 3 min.
- Encuesta sobre la segunda audición – 1 min.
- Muestra de los instrumentos usados – 5 min.
- Encuesta sobre los instrumentos usados – 3 min.
- Visualización de vídeo – 15 min.
- Encuesta sobre la visualización – 5 min.
- Test individual con los instrumentos – 25 min.
- Encuesta sobre el test individual – 5 min.
- Debate abierto – 5 min.

DESARROLLO

Para el desarrollo de todas las actividades diseñadas ha sido necesaria la colaboración de muchas personas, fundamentalmente compañeras y compañeros músicos, además de un gran número de alumnado. Todos ellos han desarrollado su actividad docente y académica en diferentes conservatorios de la provincia de Jaén. Los grupos que han participado en estos test han estado organizados del siguiente modo:

- Grupo I Alumnado de enseñanzas profesionales violinistas: 18 participantes.
- Grupo II Alumnado de enseñanzas profesionales no violinistas: 16 participantes.
- Grupo III Profesorado de enseñanzas elementales y profesionales: 3 participantes.
- Grupo IV Profesorado de enseñanzas elementales y profesionales: 8 participantes.
- Grupo V Alumnado de enseñanzas profesionales: 8 participantes.
- Grupo VI Alumnado de enseñanzas profesionales no violinistas: 16 participantes.
- Grupo VII Profesorado de enseñanzas superiores de violín: 3 participantes.

Selección de los instrumentos

Para las actividades llevadas a cabo con los grupos se ha contado con cuatro violines de características constructivas y sonoridad muy distintas. La elección de los instrumentos se debe al intento de abarcar un amplio abanico tímbrico, con calidades y cualidades acústicas diferenciadas. Desde el instrumento más oscuro hasta el más brillante. Para facilitar la actividad se ha considerado que el mejor orden de exposición es del más oscuro al más brillante y viceversa, según se corresponda a la exposición o repetición del violín.

Para tratar de facilitar aún más la identificación del timbre a los participantes se ha optado por dotar a los instrumentos de un acompañamiento al piano que sirva de referencia tímbrica estable en cada interpretación. Estos violines han sido:

- Instrumento 1: violín construido con fibra de carbono y resina epoxi por Jerzy Dlutowski para la firma Qarbonia, cedido muy amablemente por Rodrigo Lasso para este proyecto. Destaca su material de construcción, la forma de sus “ff” y su sonoridad oscura y potente.
- Instrumento 2: violín de fábrica china, marca Parrot y construido en 1984, al que se le ha sustituido su tapa original por otra hecha íntegramente con madera de balsa con pequeños refuerzos de contrachapado finlandés en alma y barra armónica. Como elemento diferenciador destaca su sonoridad apagada y construcción tosca.
- Instrumento 3: violín francés, de construcción en serie y acabado artesanal, de primera mitad del S.XX. Su diseño está basado de un modelo de Andrea Amati de 1630. Destaca su estrecha silueta, tapas muy planas y sonoridad dulce.
- Instrumento 4: violín de luthier desconocido, fechado en la primera mitad del S.XIX en la región de Bohemia. Es un instrumento con bóvedas muy grandes y sonoridad brillante.



Imagen 1. De izquierda a derecha: Violín de carbono, violín de balsa, violín modelo Amati y violín del S.XIX

Selección del repertorio

Para seleccionar el repertorio más apropiado se han valorado aspectos que pueden ayudar a identificar a los participantes las características tímbricas de cada violín y permitirles un análisis acústico detallado. Se ha buscado un registro que destaque las cualidades tímbricas, un tempo que permita comprobar la respuesta y claridad sonora, el uso variado de dinámicas que destaque cada potencial, y una mínima dificultad para evaluar agilidad y facilidad de uso. Teniendo en cuenta esas variables se han elegido dos piezas, una de ellas con contrastes muy obvios (Arreglo de La muerte del Ángel de A. Piazzolla) y otra más sutiles (Giga de la Sonata VIII Op.5 de A. Corelli).

The image displays musical scores for two pieces: 'La muerte del ángel' (Arranged by Piazzolla) and 'Giga' (by Corelli). The scores are presented in two columns. The left column shows the 'La muerte del ángel' score, and the right column shows the 'Giga' score. A legend is provided in the center, indicating the registers and tempos used in the recordings. The legend includes: Registro agudo (cuerda MI) in blue, Registro medio (cuerda LA-RE) in orange, Registro grave (cuerda SOL) in green, Tempo Rápido in blue, Tempo Intermedio in green, and Tempo Lento in red. The scores are color-coded according to these registers and tempos, with different sections of the music highlighted in blue, orange, and green. The 'La muerte del ángel' score is divided into two parts, each with its own set of staves. The 'Giga' score is a single piece with multiple staves. The legend is located between the two score columns.

Imagen 2. Repertorio interpretado en los test con los cuatro violines

Encuesta online previa

Aunque en este artículo nos vamos a centrar principalmente en la prueba con los violines, resulta interesante aportar algunos de los datos obtenidos del cuestionario online que previamente realizaron, con mucha probabilidad, algunos de los participantes. Desde el 31/03/2016 al 13/04/2016 se recibieron un total de 52 aportaciones. La encuesta estaba dividida en cinco bloques relacionados con el perfil del participante, su instrumento, su posible futuro instrumento, visión de uno mismo y cuestiones estéticas. A partir de algunos de estos resultados se podrían deducir las características generales que tendrían los participantes que escucharían y probarían los violines.

La siguiente imagen muestra algunos de los resultados más relevantes arrojados por dicha encuesta realizada online:

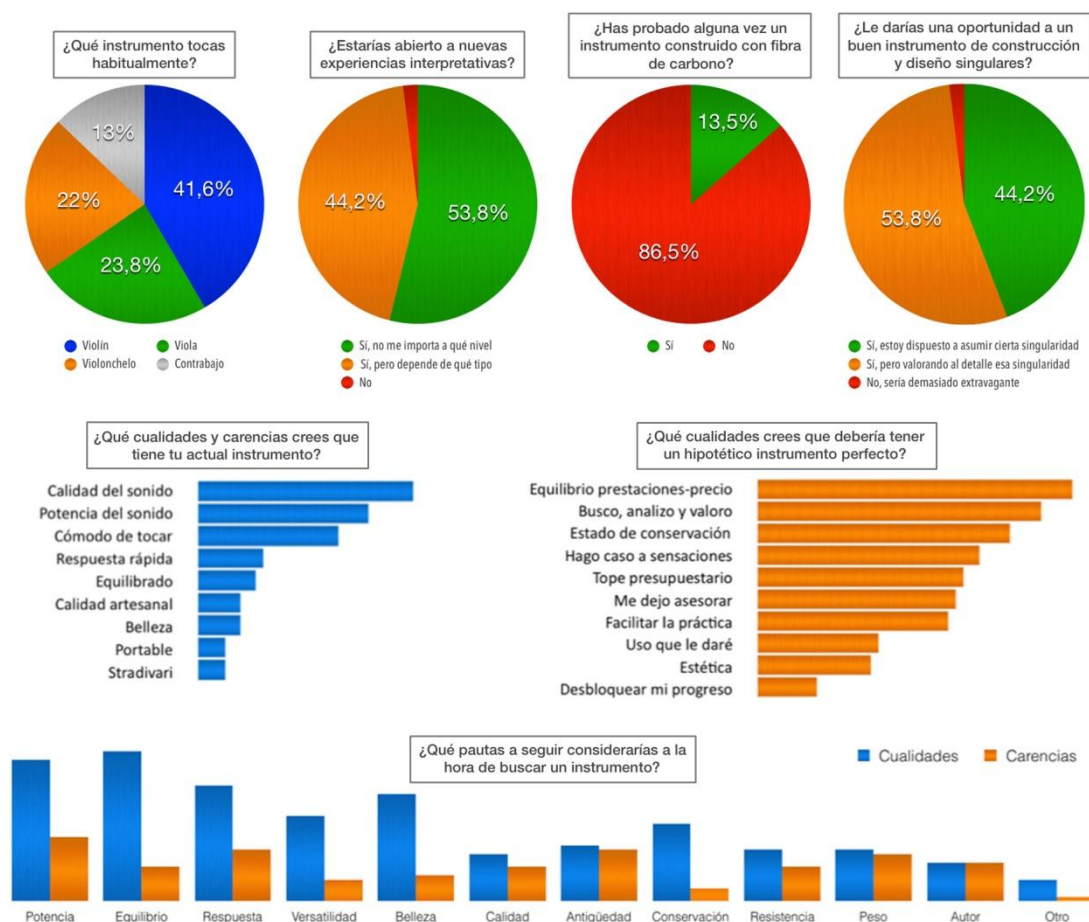


Imagen 3. Algunos de los resultados obtenidos en la encuesta online

Desarrollo del test con el profesorado violinista

El profesorado participante, proveniente de tres conservatorios distintos de la provincia de Jaén, se enfrentó a todos los test programados sin conocer previamente su naturaleza. El primer test consistía en escuchar a ciegas los cuatro violines descritos anteriormente, uno tras otro, y valorar del 1 al 10 su calidad acústica. El orden en el que se tocaron fue de izquierda a derecha (según imagen 1) para Piazzolla y el inverso para Corelli. Obviamente los participantes tampoco sabían el tipo de instrumentos que escuchaban ni por supuesto su orden. Fue por tanto una escucha sin información previa alguna. Tras la primera escucha debían reflejar sus valoraciones en un cuestionario en términos calificativos y numéricos, para lo que se les pidió no influir ni dejarse influir por la opinión de los demás participantes. Tras la segunda debían decidir en qué orden habían sido tocados de nuevo: el mismo o diferente, y de ser diferente cuál. El resultado de esas primeras valoraciones fue algo inesperado: la nota media más alta fue para el violín de fibra de carbono y la más baja para el violín del S.XIX.

INSTRUMENTOS DE CUERDA FROTADA Y MATERIALES ALTERNATIVOS.
NUEVAS EXPERIENCIAS INTERPRETATIVAS

PROFESORADO	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	MEDIA
INSTRUMENTO 1	8	8	6	4	6	9	2	9	10	4	4	6	4	6,15
INSTRUMENTO 2	5	6	8	5	7	7	3	8	2	7	5	7	3	5,61
INSTRUMENTO 3	9	8	3	6	4	8	4	6	2	6	7	8	8	6,07
INSTRUMENTO 4	6	5	3	6	4	5	4	4	5	5	9	5	5	5,07

Imagen 3. Calificaciones dadas por cada uno de los trece participantes y la nota media resultante

Como puede verse en los siguientes gráficos extraídos de la tabla anterior, la valoración de cada instrumento no ha sido muy homogénea. Se pueden apreciar notas muy altas y muy bajas en un mismo violín. Esto sugiere, a priori, que cada músico puede llegar a tener unas preferencias y valores muy distintas respecto a lo que consideran un buen sonido, aunque estos resultados también pueden haber sido consecuencia de la dificultad para recordar cada detalle escuchado y apreciado, así como para decidir el orden en el que creían haber vuelto a oír los violines, todo ello en una prueba que ha resultado ser verdaderamente compleja.

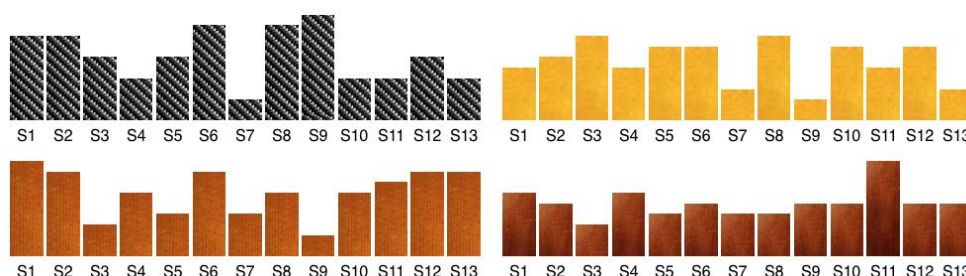


Imagen 4. Comparativa entre las valoraciones de cada instrumento según el profesorado.
En la fila superior instrumentos 1 y 2. En la fila inferior instrumentos 3 y 4

Más adelante se les pidió que observasen una serie de imágenes agrupadas en un video y valoraran, en las situaciones propuestas, el uso de un instrumento de fibra de carbono. Los resultados muestran una clara tendencia a valorar como muy inapropiadas situaciones muy tradicionales y a la vez comunes entre el profesorado participante.

1	Grabación a solo	10	Show cómico musical	19	Actuación en boda al aire libre
2	Audición académica	11	Fiddler urbano	20	Concierto en orquesta sinfónica
3	Prueba de acceso a orquesta	12	Show concurso televisivo	21	Concierto de cámara nocturno al aire libre
4	Video clip amateur	13	Fiddler sinfónico	22	Concierto con orquesta barroca
5	Master class online	14	Videoclip profesional	23	Concierto pop alternativo
6	Improvisación a dúo de jazz	15	Recibiendo o dando clase en centro educativo	24	Actuación en circo
7	Concierto con orquesta de cámara	16	Tocando como concertino en orquesta	25	Actuación en estación de metro
8	Concierto con grupo de cámara	17	Concierto con formato alternativo		
9	Concierto a dúo con piano	18	Actuación en foso de teatro		

Imagen 5. Situaciones propuestas en el vídeo con un violín de fibra de carbono

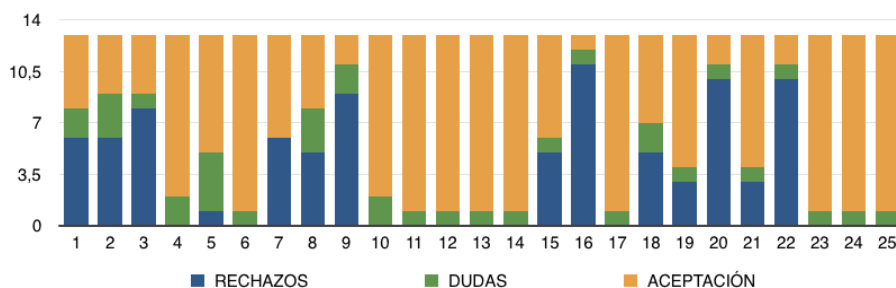


Imagen 6. Valoración del profesorado de las situaciones propuestas con un violín de fibra de carbono

Después de tanto escuchar y ver llegó la hora de que el profesorado participante pudiera probar y valorar en primera persona esos violines. Y como era de esperar hubo reacciones y comentarios muy distintos, aunque la reacción generalizada fue de sorpresa por comprobar que juicio y prejuicio no iban necesariamente de la mano. Tras una toma de contacto breve, que cada participante gestionó como pudo, tuvieron que realizar un último test.

Los participantes habían escuchado a ciegas un violín de fibra de carbono mezclado entre tres de madera, uno de ellos de una madera cuyas propiedades físicas son diametralmente opuestas a las de la fibra de carbono, los habían valorado sin saber aún lo que habían escuchado, posteriormente habían conocido sus características, visto y escuchado muchas situaciones reales donde poder usarlo, y finalmente lo habían probado brevemente en primera persona. Después de toda esa información acumulada debían rellenar un cuestionario de doce puntos con varias preguntas relacionadas con su visión acerca del uso de materiales alternativos como la fibra de carbono en la construcción de instrumentos de cuerda frotada. Algunas de las preguntas y sus respuestas se muestran a continuación:

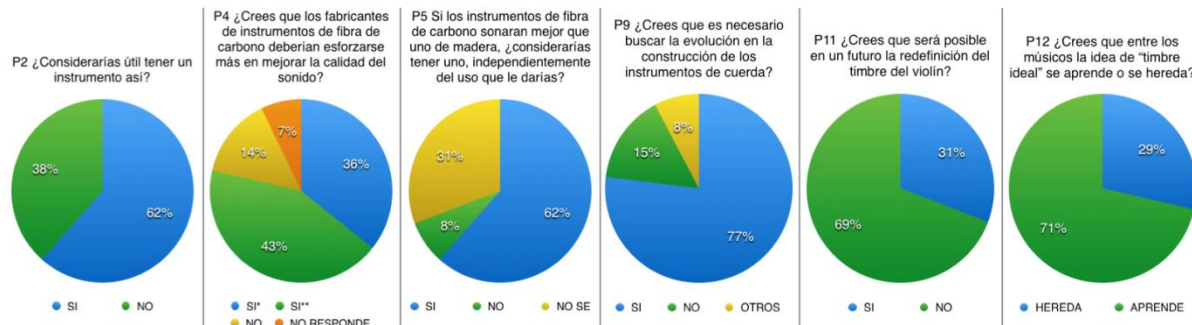


Imagen 8. En el gráfico de la P4: * Sí, debería parecerse más al timbre de un violín de madera.

**** Sí, aunque nunca suene igual que uno de madera**

De estos resultados cabe destacar que ante la pregunta sobre si creían necesario evolucionar los instrumentos de cuerda, el 77% opinó que sí, siendo la razón más valorada de entre las propuestas la búsqueda de nuevos materiales y mejores técnicas de construcción. Por otro lado puede verse que el 69% de los participantes no considera posible que el timbre del violín se redefina junto al 71% que consideran que el concepto de timbre ideal se aprende.

Con todo esto puede hacerse una breve reflexión: si hemos comprobado que un instrumento de fibra de carbono puede gustar solo escuchándolo, que el uso de materiales distintos produce timbres distintos y que un gran porcentaje de los participantes considera necesario evolucionar hacia el uso de otros materiales o técnicas mejores, ¿cómo es posible que un gran porcentaje considere que el timbre del violín no es redefinible a la par que considera que el concepto de timbre ideal se aprende? Sin duda este sería un tema digno de ser investigado más en profundidad, con muchos más participantes, más tiempo y más preguntas.

Desarrollo del test con el alumnado violinista

Se contó con la participación de veintiséis alumnas y alumnos de dos conservatorios profesionales de música de la provincia de Jaén, y su desarrollo fue similar al llevado a cabo con el profesorado. Los resultados obtenidos difieren algo de los obtenidos en el test con el profesorado. Para el alumnado sometido al test el violín más valorado numéricamente en la escucha a ciegas es el instrumento 3, el de fábrica modelo Amati, y al igual que el profesorado, el peor valorado ha sido el instrumento 2, el de madera de balsa. Cabe destacar que el alumnado ha sido mucho más generoso calificando la calidad de cada instrumento que el profesorado salvo, precisamente, éste último con una media de 5,15 frente al 5,61 del grupo anterior. Al igual que ocurriera con el test con el profesorado, las calificaciones no son muy homogéneas, observándose notas muy altas y muy bajas en un mismo instrumento, algo que pasa particularmente en el de fibra de carbono y en el del S.XIX. Con respecto a la valoración de las escenas propuestas en el vídeo, los votos negativos coinciden casi plenamente con el profesorado, siendo la diferencia más notable que los votos a favor o en contra no están tan polarizados ni son tan extremos. Todo esto puede verse en las siguientes gráficas:

ALUMNADO	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	MEDIA
INSTRUMENTO 1	6	9	10	8	4	4	4	3	3	7	10	7	5	6	8	8	5	8	9	7	8	9	9	7	9	9	7
INSTRUMENTO 2	5	5	10	5	5	7	6	6	4	6	5	1	1	7	5	7	4	4	4	6	6	9	5	5	3	3	5,15
INSTRUMENTO 3	9	8	10	7	7	9	7	10	6	7	7	10	9	9	7	7	7	10	8	8	9	8	7	8	2	8	7,92
INSTRUMENTO 4	8	7	10	9	9	10	9	7	4	8	8	8	7	8	9	8	6	7	5	8	7	7	6	4	7	2	7,23

Imagen 9. Calificaciones dadas por cada uno de los veintiséis participantes y la nota media resultante

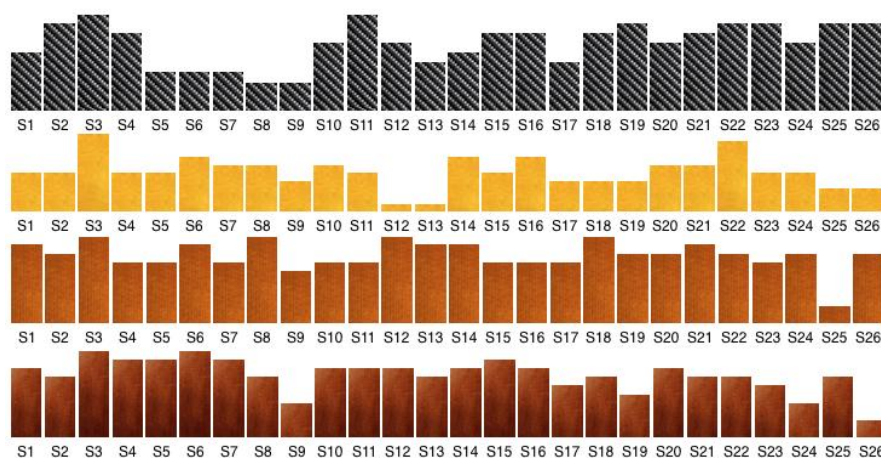


Imagen 10. Comparativa entre las valoraciones de cada instrumento según el alumnado.
De arriba abajo: instrumento 1, instrumento 2, instrumento 3 e instrumento 4

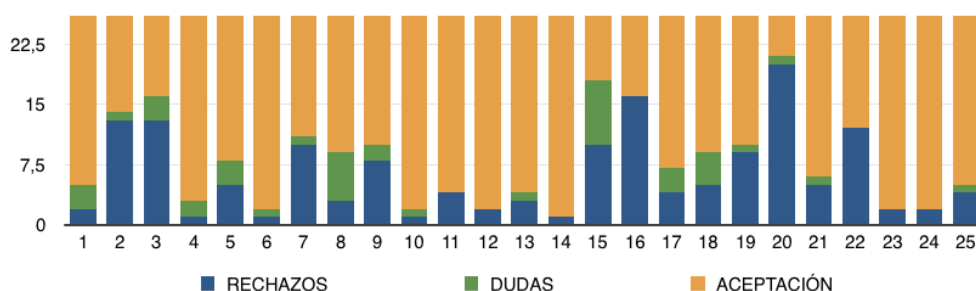


Imagen 11. Valoración del alumnado de las situaciones propuestas con un violín de fibra de carbono

En la última parte del test, la consistente en probar los instrumentos y responder a una serie de preguntas, las tendencias son muy parecidas, pero con unos matices que merece la pena destacar:

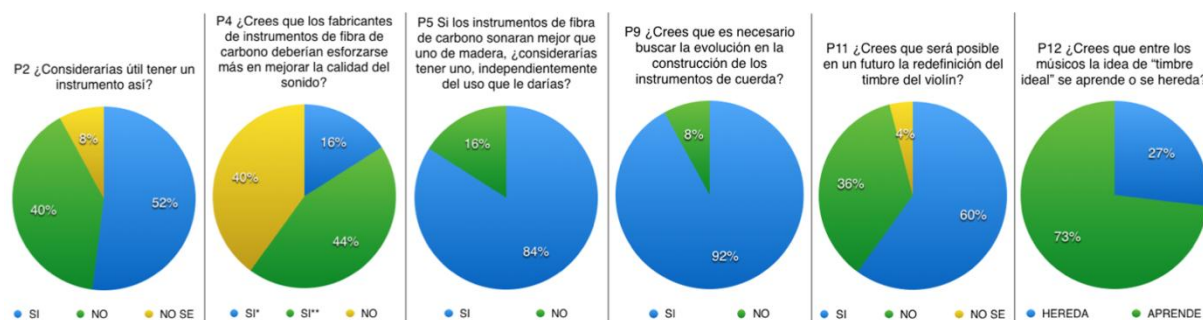


Imagen 12. En el gráfico de la P4: * Sí, debería parecerse más al timbre de un violín de madera.
** Sí, aunque nunca suene igual que uno de madera

Comparando estos datos con los obtenidos en el test con el profesorado, puede verse que un menor porcentaje del alumnado consideraría tener un instrumento de fibra de carbono de esas características. Por otro lado, un 40% del alumnado frente al 14% del profesorado no cree que merezca la pena que los fabricantes de instrumentos de fibra de carbono se esfuercen en mejorarlos. Un 84% del alumnado frente al 62% del profesorado consideraría tener un instrumento de fibra si sonasen mejor que los de madera. El 92% del alumnado frente al 77% del profesorado cree necesario evolucionar los instrumentos de cuerda, y por último, el 60% del alumnado frente al 31% del profesorado cree que es posible redefinir el timbre del instrumento.

Con estos datos podría afirmarse que el colectivo del alumnado parece más abierto a aceptar cambios en el sistema pero al mismo tiempo está menos decidido a ser partícipe de ese cambio.

Desarrollo del test con músicos no violinistas

En los test con músicos no violinistas, en su totalidad alumnado de enseñanzas profesionales de conservatorios, las diferentes pruebas fueron algo distintas al de músicos violinistas. A pesar de los problemas surgidos de carácter organizativo y disciplinario debido al alto número de participantes no previsto inicialmente, las estadísticas de los resultados obtenidos se pudieron realizar correctamente.

El alumnado incluido en este test era tanto de cuerda frotada, menos violín, como de viento madera, viento metal y percusión. Preguntados por las cualidades de los instrumentos escuchados los participantes describieron aparentemente con algunas exactitudes y bastantes imprecisiones sus timbres. Posiblemente algunos de los calificativos propuestos tengan unas connotaciones diferentes en sus instrumentos con respecto a los violinistas. Los músicos no violinistas identificaron el violín de fibra de carbono como cálido, suave y potente, el violín del S.XX como claro, brillante y potente, mientras que el de balsa y el modelo Amati fueron descritos con más contradicciones.

CUALIDADES	CALIDO	SUAVE	APAGADO	OSCURO	CLARO	BRILLANTE	POTENTE	PENETRANTE	CHILLON	NASAL	RONCO	A LATA
INSTRUMENTO 1 - Fibra de Carbono	14	13	9	8	8	3	14	4	6	9	5	5
INSTRUMENTO 2 - Madera de Balsa	11	7	4	8	7	10	9	3	10	5	8	5
INSTRUMENTO 3 - Fábrica S.XX	7	6	4	2	10	8	13	6	5	8	4	6
INSTRUMENTO 4 - Luthier S.XIX	8	8	3	6	12	13	12	5	9	3	6	5

Imagen 13. Número de veces que fue utilizado cada adjetivo para describir el timbre de cada violín

INSTRUMENTOS DE CUERDA FROTADA Y MATERIALES ALTERNATIVOS. NUEVAS EXPERIENCIAS INTERPRETATIVAS

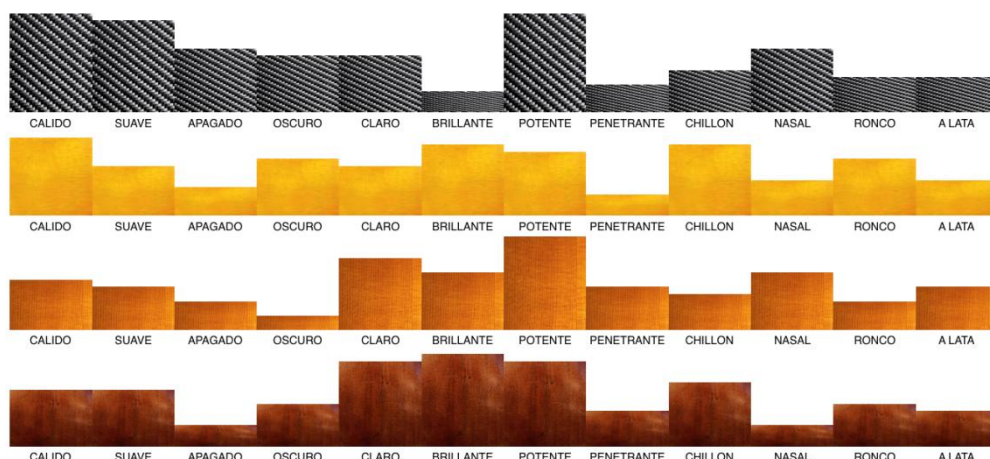


Imagen 14. Comparativa entre los timbres descritos por alumnado no violinista.
De arriba abajo: violín de fibra de carbono, violín de balsa, violín modelo Amati y violín del S.XIX

A la pregunta de qué instrumento había gustado más y cuál menos, hubo un doble empate. Para dos terceras partes del alumnado no violinista el que menos gustó fue el violín de fibra de carbono y el de balsa por igual, y para otras dos terceras partes el violín que más gustó fue el de fibra de carbono y el del S.XIX. El violín de fábrica modelo Amati resultó ser el más equilibrado en esta pregunta.

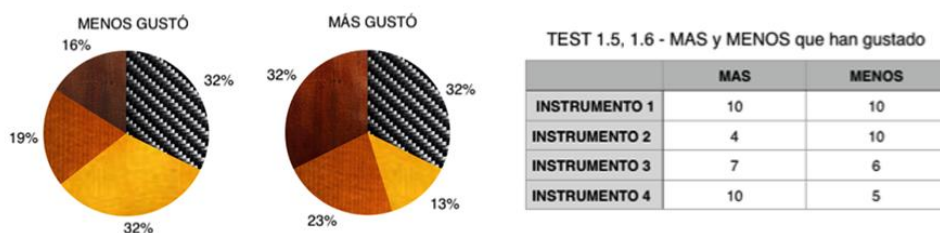


Imagen 15. Instrumentos que más y menos gustaron, y votos que recibieron

Reflexiones sobre los test con los grupos

Aunque durante los test se ha controlado la mayor cantidad posible de variables, no se ha podido evitar usar diferentes espacios escénicos, diferentes acompañamientos y diferentes horas del día, además de que el orden en el que han sido expuestos los instrumentos puede haber influido en la impresión generada en los músicos. Por otra parte, cada individuo tiene una percepción muy distinta entre lo que escucha con los ojos abiertos y lo que escucha con los ojos cerrados, y no es lo mismo ofrecer una valoración tras una primera impresión que tras un periodo más o menos continuado. Por todo ello lo más prudente es aceptar con cierta relatividad los resultados obtenidos de estos test.

Algo que se desprende claramente de estos test es que para un músico, profesional o estudiante, pedirle que valore la calidad de un instrumento con tan sólo escucharlo unos minutos, sin poder verlo ni tocarlo, es algo bastante complicado, genera inseguridad e incertidumbre ante lo que está percibiendo y teme no acertar en sus respuestas más que no describir con claridad lo que ha escuchado. Un dato que confirma este hecho es que sólo 3 músicos de 71 acertaron el orden de exposición, un profesor, un alumno y un músico no violinista. Es un dato anecdótico pero pone de manifiesto lo expuesto.



Imagen16. Izquierda: comparativa entre la nota media de cada instrumento según los grupos. Derecha: aciertos en la identificación de los instrumentos escuchados a ciegas

La calidad de un instrumento tiene un gran componente objetivo, pero también subjetivo. No es posible extraer mucha información escuchándolo o tocándolo unos minutos pues se dejan de percibir y explorar muchos matices imprescindibles para decidir qué es o no bueno en un instrumento. En una situación así posiblemente la persona que realiza ese examen se apoya más en sus impresiones que en sus decisiones, más aún cuando tienes poco que decidir. Es más, para un profesional su mayor experiencia y capacidad de análisis ha resultado ser un hándicap más que una ayuda, porque ha tenido el mismo tiempo para gestionar más información. Hubiese sido muy interesante haber realizado también este experimento con personas que no son músicos y comprobar con qué presión han respondido a cada pregunta del test.

En general, el profesorado participante ha mostrado una actitud más arriesgada y decidida en los test. Los datos muestran respuestas más personales y extremas entre ellas, notas muy altas o muy bajas, posturas muy a favor o muy en contra. Sin embargo las respuestas en el alumnado son mucho más tibias, comedidas y poco arriesgadas. En cualquier caso cada grupo tiene una concepción de timbre ideal parecido aunque con ciertas diferencias:



Imagen 17. Cualidades que mejor definirían el timbre del violín ideal según cada grupo

El violín de fibra de carbono ha sido escuchado a ciegas y valorado muy positivamente por la mayoría de los participantes para su propia sorpresa. Sólo por eso podría afirmarse que es mejor que los demás violines con los que ha competido, pero una vez probado de cerca por los participantes y valoradas sus cualidades reales han quedado al descubierto sus carencias a todos los niveles, por lo que la impresión última no ha sido la mejor para prácticamente ningún participante.

Pero si los participantes fueran considerados público, y un público no puede tocar el instrumento que escucha en un concierto, cabría preguntarse ¿cuál es el juicio más plausible, si el ofrecido tras la primera impresión o tras la prueba individual? Es obvio que es importante que un músico conecte con el instrumento para dar lo máximo de sí mismo y así explotar al máximo el potencial del instrumento, pero también hay que considerar que un instrumento, en principio, no está diseñado para conectar con el músico que lo toca, sino con la masa que lo escucha de forma pasiva. Pero entonces, ¿quién debería valorar la calidad de un instrumento y ponerle precio?,

¿quien lo toca, quien lo escucha, quien lo construye, quien lo compra, quien lo vende, quien lo tiene, quien lo quiere...?

CONCLUSIONES

Durante todo el proyecto se han llevado a cabo indagaciones y se han desarrollado diferentes actividades con el fin de obtener suficiente información como para dar respuesta a algunas preguntas que cabía hacerse con respecto al uso de materiales alternativos en la construcción de instrumentos de cuerda frotada y su penetración en la música y los músicos. Durante el proceso se ha tenido acceso a una importante cantidad de información y opiniones respecto este asunto, al mismo tiempo que se han generado nuevas experiencias.

Se han mostrado trabajos, proyectos e iniciativas actuales llevados a cabo en el campo de la investigación y experimentación, exponiendo, ordenando y divulgando su contenido en pro de un mayor conocimiento de diferentes sectores relacionados con la música.

La difusión de los contenidos y la participación en diferentes actividades han generado una respuesta en los músicos de máximo interés y entusiasmo, revelando ser esta temática bastante interesante entre el colectivo, a la par que desconocida, con diversidad de opiniones al respecto, controversia en algunos temas, muchas dudas y muchas más preguntas. Gracias a las actividades grupales, cuestionarios online y entrevistas personalizadas a diferentes sectores de personas del ámbito musical se ha recabado una valiosa información de un numero lo suficientemente significativo de personas como para extraer unas pautas y conclusiones útiles.

Iniciativas por re-evolucionar

La investigación en la construcción de instrumentos de cuerda no es un fenómeno nuevo de la sociedad actual sino que ha formado parte inherente de la evolución de estos instrumentos a lo largo de su historia. Sin embargo, las formas en la que se ha manifestado ese espíritu investigador e innovador no han sido siempre iguales, pues ha dependido del paradigma y las necesidades de cada momento y sociedad en cuestión; cada meta alcanzada por una generación ha supuesto un punto de partida para otra que a su vez ha tenido que luchar contra su presente pero también contra su pasado. El uso de materiales poco habituales, o simplemente alternativos, en la fabricación de instrumentos de cuerda frotada tampoco es nuevo. Lo único que cambia son los materiales con los que se experimenta y la técnica usada. En ocasiones estos experimentos no han tenido más intención que ensanchar los límites de lo conocido buscando un rendimiento mejor, o simplemente un rendimiento distinto. Este enfoque es el que ha facilitado el desarrollo organológico, la creación de instrumentos nuevos partiendo de otros y el perfeccionamiento hasta alcanzar e incluso sobrepasar sus límites.

Influencias en las actuales iniciativas

La experiencia de tiempos pasados en cuanto a innovación y experimentación ha sido algo tanto bueno como malo. Por un lado ha permitido con sus aciertos abrir nuevas e interesantes vías de exploración, pero con sus fracasos ha fomentado el enroque en modelos ya probados sin asumir mayores riesgos que el de intentar hacer lo mismo pero mejor. Pese a todo hoy en día es posible encontrar trabajos serios orientados al uso de otros materiales en combinación con los ya existentes, más que en su sustitución. El estudio de instrumentos clásicos permite comprender mejor su comportamiento acústico y acercarnos al modelo deseado de un modo más directo.

Las tendencias más actuales

En las últimas décadas se han experimentado con materiales, formas y técnicas muy variadas. Experimentar no es la actividad más común ni la más lucrativa, pero disponer de recursos y herramientas nuevas al alcance y no hacer uso de todo eso no parece estar dentro de la idiosincrasia del ser humano. Las actuales tecnologías permiten compartir casi cualquier contenido de forma instantánea, lo que hace de la inmediatez una gran vía para la asunción de

cambios. El empleo de materiales alternativos, la experimentación con ellos y el compartir los resultados ha fomentado un avance significativamente más rápido que en tiempos pasados.

Los materiales con los que se experimenta

Los composites de fibra de carbono y resina epoxi por un lado, y la madera de balsa por otro, parecen ser los materiales con los que más se experimenta. Son interesantes sobre todo combinados entre ellos o con otros materiales, incluso con maderas tradicionales. La forma en la que estos materiales se usan es básicamente el laminado mediante moldes al vacío usando como aglomerante la resina epoxi, la cual endurece mediante reacción química de dos componentes distintos mezclados en el proceso. No obstante, las maderas tradicionales ofrecen una serie de ventajas que las hacen mantenerse como el material preferente para la construcción de instrumentos de cuerda frotada. Además el comprender mejor su comportamiento es una gran herramienta para explorar otras alternativas.

Alternativos frente a tradicionales: ambos bien diseñados pero lejos de ser perfectos

Para los luthieres involucrados en explorar nuevas vías queda mucho por investigar y por mejorar, aunque lo más práctico sea comenzar por solucionar los problemas más directos del modo menos transgresor y más práctico posible. Las aplicaciones que se le dan a estos materiales es preferentemente para la elaboración de complementos y accesorios. No obstante es posible encontrar instrumentos contruidos total o parcialmente con fibra de carbono de gran calidad y cualidades indiscutibles, aunque actualmente su uso está muy segregado.

La opinión de los músicos

Entre los músicos existe un evidente apego por lo tradicional, pues parte de la formación de un músico consiste en impregnarse de esa tradición. Sin embargo no parece ser una mentalidad cerrada que se opone a cualquier manifestación distinta a la preestablecida, sino de escepticismo hacia una verdadera necesidad o utilidad por hacer las cosas de otro modo, en parte porque existe una desinformación generalizada sobre los detalles en la introducción de materiales alternativos en la construcción de instrumentos de cuerda frotada. La divulgación de los trabajos llevados a cabo en este área abre la posibilidad de poder comprender, valorar y explorar este tema, independientemente de la determinación y posicionamientos adoptados.

El perfil de un usuario potencial

Asumimos el empleo de aleaciones y fibras sintéticas en las cuerdas, el uso de alta tecnología para la fabricación de accesorios para los instrumentos, incluso la modernización en todas las áreas de la sociedad. La mentalidad es generalmente abierta y la disposición a participar en el progreso es palpable, pero si para los luthieres queda mucho por investigar, para los músicos queda mucho por asumir. En cualquier caso cabe esperar que en algún momento si nuestro instrumento lleva un refuerzo interno invisible a base de fibra de carbono, monta un puente revolucionario en cuanto a transmisión y durabilidad, o su diseño es morfológicamente más práctico, eficiente y coherente, acabemos aceptando que el paradigma del instrumento es ese y no otro, como asumimos otros muchos cambios a nuestro alrededor.

Actualmente son muy pocos los músicos que hacen uso de instrumentos así. Hay instrumentistas solistas y de orquesta con instrumentos diferentes en formas, adornos, acabados o detalles, pero el uso de instrumentos por ejemplo de fibra de carbono parece, al menos de momento, reservado a situaciones donde los tradicionales no son adecuados por su potencia, solidez o estética, por tanto a usuarios que hacen un uso distinto al tradicional. Y mientras que la tradición prime sobre la innovación a ciertos niveles, cabe esperar que siga siendo así.

Nuevas experiencias

Por un lado algunas entrevistas han permitido comprobar la poca familiarización de algunos músicos profesionales con instrumentos hechos con materiales como la fibra de carbono o la madera de balsa. La temática de la entrevista ha permitido ver algunas imágenes y despertar la curiosidad en ellos por saber más sobre este asunto, propiciando unas nuevas aunque muy discretas experiencias con ellos. Los test online han producido un efecto parecido ya que en algunos de los participantes se ha despertado el interés por explorar más esta temática. Sin embargo son las actividades llevadas a cabo con grupos de músicos violinistas y de otras especialidades las que han permitido ofrecer nuevas experiencias, en su práctica totalidad definidas por ellos como enriquecedoras.

La percepción del timbre de un instrumento

Ha quedado patente que escuchar resulta mucho más complicado que oír. A menudo se da por hecho que escuchamos la totalidad de lo que oímos pero inconscientemente valoramos los detalles que nos interesan, el resto de información que dejamos de percibir por los oídos la suplimos con otros sentidos o simplemente la descartamos. Durante los test llevados a cabo con músicos, cuando los participantes han tenido que escuchar los violines sin saber de ellos nada, la mayoría de los músicos se han sentido algo desorientados y saturados a medida que avanzaba la prueba, en parte por su complejidad, pero también porque la percepción del timbre iba cambiando a medida que aumentaba la cantidad de información percibida. Hubiese sido muy interesante poder haber realizado la prueba con músicos invidentes acostumbrados a escuchar mucho mejor lo que oyen.

TRABAJO FUTURO

Sería útil revisar constantemente la actualidad en el estudio y experimentación con materiales alternativos en la fabricación de instrumentos de cuerda, por tratarse ésta de una temática en permanente evolución, más aún en las últimas décadas. Hace unos quince años Luis&Clark construyó sus instrumentos de fibra de carbono, hace diez años empezaron a conocerse los primeros prototipos de instrumentos hechos con madera de balsa y en los últimos cinco años se han llevado a cabo los estudios más avanzados e importantes relacionados con el análisis de violines antiguos, han florecido varias empresas que construyen con fibra de carbono y se han explorado otros materiales.

Cabe esperar que en otros diez o quince años se tenga una perspectiva más amplia sobre todo esto, que luthieres que están muy implicados en estos proyectos den el relevo a otros con nuevas ideas y energía o que la popularización del uso y conocimiento de estas tendencias sea mayor. También cabe esperar que casi todo siga más o menos igual, especialmente si la oferta y la demanda instrumental para entonces siguen apostando por lo mismo que ahora.

Este trabajo puede servir de base o de referencia para un posterior estudio sociológico relacionado con la percepción acústica de sujetos dependiendo de su nivel cultural, social y profesional, el concepto de timbre, ideal o no, gustos musicales, etc. La música clásica dejó de ser una música de grandes masas para convertirse en un producto de consumo minoritario, y parte de la responsabilidad de que esto sea así la tiene el anacronismo existente entre estética y sociedad actual. Podría estudiarse qué haría que las personas que no consumen regularmente música clásica se sintiesen atraídos por ella. ¿Un cambio en la estética de los instrumentos?, ¿un cambio de instrumentos y música con un formato similar?, ¿conciertos *in streaming*?

Este trabajo ha abordado un tema vivo, actual, en constante evolución y cuyo contenido, por ser así, puede quedar parcialmente en poco tiempo. Es por ello que se debería apostar por una mayor profundización en algunas actividades, planteando posiblemente objetivos más ambiciosos y específicos, usando mejores y mayores herramientas, grupos más amplios y ahondado, en definitiva, más aún en esta temática.

REFERENCIAS

- Aluminum Violin Patent Model*. (1981). *National Museum of American History*. Extraído el 6 de marzo de 2016 de http://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_606802
- Alva, S. (2015). *La orquesta hecha de basura*. Extraído el 12 de mayo de 2016 de <http://culturacolectiva.com/la-orquesta-hecha-de-basura/>
- CITES. (1973). Extraído el 12 de mayo de 2016 de <https://cites.org/sites/default/files/esp/disc/CITES-Convention-SP.pdf>
- CITES (2012). *Apéndices I, II y III*. Extraído el 12 de mayo de 2016 de <http://www.cites.org/esp/app/2012/S-2012-09-25.pdf>
- CNN documentation [the revealer] - 3D violin*. (2011). *YouTube*. Extraído el 11 de mayo de 2016 de <https://www.youtube.com/watch?v=b8K7XzNi5M8>
- Curtin, J. (1999). *Project Evia: Redesigning the viola*. Extraído el 30 de marzo de 2016 de <http://josephcurtinstudios.com/article/project-evia/>
- Curtin, J. (2005). *Bridge Tuning : Methods and Equipment*. *VSA Papers*, 1(1), 137–144. Extraído el 6 de marzo de 2016 de <http://josephcurtinstudios.com/wp-content/uploads/2013/09/BridgeTuning.pdf>
- Curtin, J. (2006a). *Subject to change*. Extraído el 7 de marzo de 2016 de <http://josephcurtinstudios.com/wp-content/uploads/2013/09/subjecttochange.pdf>
- Curtin, J. (2006b). *Tap routine*. Extraído el 6 de marzo de 2016 de http://www.platetuning.org/Tap_Routine_-_J_Curtins_Strad_article_06.pdf
- Curtin, J. (2009). *Measuring Violin Sound radiation using an Impact Hammer*. *VSA*, XXII (1). Extraído el 6 de marzo de 2016 de <http://josephcurtinstudios.com/wp-content/uploads/2013/09/violinsoundradiation.pdf>

- Curtin, J., & Schleske, M. (2004). *Man and the machine. Your office computer can be easily transformed into a vital*. Extraído el 6 de marzo de 2016 de <http://josephcurtinstudios.com/article/man-and-the-machine/>
- Dominy, J., & Killingback, P. (2009). *The development of a carbonfibre violin*. Extraído el 26 de marzo de 2016 de <http://www.iccm-central.org/Proceedings/ICCM17proceedings/Themes/Industry/OTHER APPLICATIONS/A6.2 Dominy.pdf>
- Fritz, C., Curtin, J., Poitevineau, J., Borsarello, H., Wollman, I., Tao, F.-C., & Ghasarossian, T. (2014a). *Soloist evaluations of six Old Italian and six new violins. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(20), 7224–9. doi:10.1073/pnas.1323367111. Extraído el 18 de febrero de 2016 de <http://www.pnas.org/content/111/20/7224.full.pdf>
- Fruman, F. (1911). *Violin de níkel*. Extraído el 12 de mayo de 2016 de http://americanhistory.si.edu/collections/search/main?edan_q=set_name:“Violins”&edan_start=60
- Gilbert, S. M. (2013). *Intersections of music and science in experimental violins of the Nineteenth Century*. Extraído el 30 de marzo de 2016 de <http://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu:183730/datastream/PDF/view>
- Ham, J. (2007). *Innovations in bass making and a playing demonstration. VSA Columbia*, XXI(2), 127–155. Extraído el 6 de marzo de 2016 de <http://www.hamstringsmusic.com/10%20VSA%20Ham%20and%20Butterfield127-155.pdf>
- Hutchins, C. M. (1981). *The acoustics of the violin plates*, 245(4), 1–11. doi:10.1038/scientificamerican1081-170. Extraído el 30 de marzo de 2016 de

- http://fiddlerman.com/wp-content/forum-file-uploads/cdennyb/2012/03/Article_by_CMH_on_Violin_plates.pdf
- Hutchins, C. M. (2002). *Grafito-epoxi violín*. Extraído el 12 de marzo de 2016 de <http://collections.nmmusd.org/Archives/NewViolinFamily/Hutchinsgraphiteviolin.html>
- Hutchins, C. M. (2004). *The Catgut Acoustical Society Story*, 5(1), 16–30. Extraído el 6 de marzo de 2016 de <http://www.nvfa.org/pdf/Pages%20from%20May2004CASJournal.pdf>
- Jeong, S. C. (2012). *Viola design: some problems with standarization*, 53(9), 1689–1699. doi:10.1017/CBO9781107415324.004. Extraído el 30 de marzo de 2016 de http://acumen.lib.ua.edu/content/u0015/0000001/0001041/u0015_0000001_0001041.pdf
- Katz, M. (2006). *The violin. A Research and Information Guide*. New York: Routledge. Extraído el 30 de marzo de 2016 de https://books.google.es/books?id=ScAPGsv8W5gC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Matts, S. (2012). *Glass Violin, glass string quartet*. YouTube. Extraído el 12 de mayo de 2016 de <https://www.youtube.com/watch?v=s50DKzx1W2U>
- Monical, W. L. (2001). *Diccionario Hardvad de la música* (Alianza Ed., p. 1084).
- Pangburn, D. J. (2016). *These Ice Instruments Look as Beautiful as They Sound*. Extraído el 12 de mayo de 2016 de <https://www.good.is/articles/linhart-ice-music-instruments-orchestra-sweden>
- Print me a Stradivarius*. (2011). *The Economist*. Extraído el 12 de mayo de 2016 de <http://www.economist.com/node/18114327>

- Probert, S. M. (2007). *Design, Manufacture and Analysis of a Carbon Fiber Epoxy Composite Acoustic Guitar*. Extraído el 18 de febrero de 2016 de http://www.ok1rr.com/files/Probert_Thesis.pdf
- Revkin, A. C. (2006). *Los nuevos violines*. *El Mundo*. Extraído el 6 de marzo de 2016 de http://elpais.com/diario/2006/12/06/futuro/1165359601_850215.html#despiece1
- Rocha, A. J. (2013). *Design e desenvolvimento de um violino em composto de carbono*. Extraído el 26 de marzo de 2016 de <http://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/5477?mode=full>
- Rodrein, R. (2011). *Tú escribes el final*. (Terciopelo, Ed.). Extraído el 8 de marzo de 2016 de <http://www.megaepub.com/raquel-rodrein-t-escribes-el-final.html>
- Schleske, M. (2002). *Empirical tools in contemporary violin making: Part II. Psychoacoustic analysis and use of acoustical tools*. *Casj*, 4(6), 43–61. Extraído el 6 de marzo de 2016 de http://www.schleske.de/fileadmin/user_upload/doc/CAS_Empirical_II.pdf
- The Search for the Vegan Violin*. (2014). *Strings Magazine*. Extraído el 12 de mayo de 2016 de <http://stringsmagazine.com/the-search-for-the-vegan-violin/>
- Wambua, P., Ivens, J., & Verpoest, I. (2003). *Natural fibres: can they replace glass in fibre reinforced plastics? composites science and technology*, 63(9), 1259–1264. doi:10.1016/S0266-3538(03)00096-4. Extraído el 18 de febrero de 2016 de https://www.researchgate.net/publication/222385669_Natural_fibres_can_they_replace_glass_in_fibre_reinforced_plastics_Compos_Sci_Technol?enrichId=rgreq-d46df267-8d2a-4e8b-a30b-3ee04a1ab424&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIyMjM4NTY2OTtBUzoXNzAwNTg3MTQxOTgwMTZAMTQxNzU1NjU2NTM0Ng%253D%253D&el=1_x_3

Woodhouse, J. (2014). *The acoustics of the violin: a review*, 86, 42–46.

doi:10.1016/j.apacoust.2014.05.004TechnicalNote. Extraído el 18 de febrero de
2016 de <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0034-4885/77/11/115901/pdf>