DOI 10.20504/opus2024.30.14

CC BY

El rendimiento acústico en el violín y la optimización del mismo en base a las características y tipo de cuerda y arco

Isidro Ristori González
https://orcid.org/0009-0007-6301-5313
(Universidad de La Laguna, Ull/ Facultad de Educación/ Didácticas Específicas, La Laguna, España)

Paula Hernández-Dionis
https://orcid.org/0000-0002-6735-9822
(Universidad de La Laguna, Ull/ Facultad de Educación/ Didácticas Específicas, La Laguna, España)

David Pérez-Jorge
https://orcid.org/0000-0003-4691-3449
(Universidad de La Laguna, Ull/ Facultad de Educación/ Didácticas e Investigación Educativa, La Laguna, España)

Resumen: Este estudio tiene por objeto determinar cuál es la mejor combinación de recursos que pueden tener los estudiantes que busquen optimizar el rendimiento acústico de su violín. La referencia a la forma en que los grandes maestros construían sus violines se considera una información pertinente para conocer más a fondo el instrumento y encontrar otras posibilidades para implementar sus prestaciones y establecer una relación de equilibrio entre los diferentes componentes de un violín. En este estudio se han comparado 5 violines de distinto timbre y factura con 5 juegos de cuerdas diferentes y 5 distintos tipos de arco, a través de interpretaciones de 5 fragmentos de obras distintas y cuerdas al aire. Los resultados han sido juzgados por 4 expertos violinistas, que determinaron la combinación que mejor contribuía al rendimiento acústico del violín, después de haber analizado las 125 combinaciones y sus grabaciones. Del estudio se concluye que es posible optimizar el sonido del violín atendiendo específicamente al cambio de cuerdas, la adecuada elección del arco, el correcto conocimiento de la manera de tocar y de las características del instrumento.

Palabras claves: violín. cuerdas. arcos. sonido. optimización.

The Acoustic Performance of the Violin and Its Optimization Based on the Characteristics and Types of Strings and Bows

Abstract: This study aims to determine the best combination of resources available to students seeking to optimize the acoustic performance of their violins. References to how the great masters built their violins are considered relevant information for gaining a deeper understanding of the instrument, discovering other possibilities to enhance its capabilities, and establishing a balanced relationship between the different components of a violin. In this study, five violins of different timbres and craftsmanship were compared with five different sets of strings and five different types of bows, through performances of five excerpts from different works and open strings. The results were evaluated by four expert violinists, who determined the combination that best contributed to the acoustic performance of the violin after analyzing the 125 combinations and their recordings. The study concludes that it is possible to optimize the sound of the violin by specifically focusing on string changes, the appropriate choice of bow, and a thorough understanding of the playing technique and the characteristics of the instrument.

Keywords: violin. strings. bows. sound. optimization.

GONZÁLEZ, Isidro Ristori; HERNÁNDEZ-DIONIS, Paula; PÉREZ-JORGE, David. El rendimiento acústico en el violín y la optimización del mismo en base a las características y tipo de cuerda y arco. *Opus* (Assoc. Nac. Pesqui. Pós-Grad. Música), Vitória, v. 30, e243014, p. 1-16, 2024.
http://dx.doi.org/10.20504/opus2024.30.14
Recebido em 29/11/2023, aprovado em 10/9/2024, publicado em 13/12/2024

La relación entre un violinista y su instrumento es un aspecto fundamental en el desarrollo de sus habilidades técnicas y expresivas siendo, esta interacción clave en la percepción del sonido y en la interpretación musical (Juslin; Laukka, 2004).

El nombre de numerosos violinistas a lo largo de la historia ha sido asociado a instrumentos específicos con los que han logrado una gran notoriedad: Niccolò Paganini y su violín "Il Cannone" (Guarneri del Gesù, 1743) o Ivry Gitlis y el "Sancy Kubelik" (A. Stradivari, 1713). Esta conexión no solo tiene implicaciones artísticas, sino que también puede influir en la forma en que los músicos perciben y describen sus instrumentos (Woody, 2000. Williamon; Valentine, 2002).

Comparado con otros instrumentos, el violín presenta características que lo hacen particularmente sensible a las interacciones físicas y emocionales del músico, ya que la construcción del violín, su antigüedad y su historial de uso pueden influir en la respuesta acústica y en la experiencia del intérprete (Fritz *et al.*, 2012).

Una de las principales dificultades para los estudiantes avanzados de música es encontrar un violín que se ajuste a sus necesidades técnicas y expresivas (Fritz, 2014). Los precios elevados de los instrumentos musicales para estudiantes pueden ser un obstáculo significativo en el progreso educativo de los jóvenes músicos (Davidson; Jordan, 2007). Aparte de los instrumentos históricos, que son generalmente inalcanzables y pertenecen a colecciones privadas o fundaciones, encontrar un violín adecuado a un precio razonable sigue siendo un desafío considerable para muchos estudiantes.

Heron-Allen (2019) presenta una guía práctica para iniciarse en el mundo que rodea a la construcción de violines y sus dificultades. Tiene la particularidad de ser el primer estudio sobre la construcción de violines que aborda tres perspectivas: historia, teoría y práctica.

Por otro lado, tal y como se recoge en el Real Decreto 631/2010:48489, entre las competencias generales que debe adquirir el alumnado del Grado en Música al finalizar sus estudios en España, se encuentra la de “conocer las características propias de su instrumento principal, en relación a su construcción y acústica, evolución histórica e influencias mutuas con otras disciplinas”.

Pascuali y Principe (2007), ofrecen una visión esquemática de muchos aspectos relacionados con el instrumento, así como la enumeración de los elementos que lo componen, las diversas etapas en el proceso de su construcción, los tamaños y el grosor de las tapas y los accesorios. Estos autores establecen que la cadena o barra armónica, el alma y el puente son los elementos que más influyen en el rendimiento sonoro (potencia y calidad) del violín, ya que son los principales elementos que interactúan entre sí y crean el equilibrio necesario para llevar a cabo la puesta a punto del instrumento, que no depende tanto de sus cualidades intrínsecas como del modo en que se complementan. Asimismo, resulta inadecuado un instrumento de baja calidad en la etapa formativa de cualquier estudiante, ya que puede rebajar en gran medida su aspiración de buscar cada vez un mejor sonido en su práctica. Por otro lado, Pascuali y Principe (2007, p. 44-45) ofrecen una serie de recomendaciones que pueden servir para evitar la adquisición de violines de mala calidad, tales como el tipo de barniz, el trabajo fino del filete, las efes y la voluta o el interior sin maderas extrañas ni reparaciones disimuladas. Asimismo, considera esencial realizar un examen acústico mediante pruebas y contrapruebas del violín en espacios pequeños y grandes, vacíos y amueblados, por distintos violinistas y comparándolo con distintos violines.

Según Johnson y Courtnall (2021, p. 18), cada violín tiene unas aptitudes específicas en cuanto al volumen y la proyección, pero para potenciar al máximo sus posibilidades es necesario tener en cuenta factores como el tipo de material usado en las cuerdas y su tensión, el diseño y madera del puente y demás accesorios, así como el arco utilizado por el intérprete y su técnica concreta.

Igualmente contar con una información suficiente sobre el arco y sus características, es necesario para quien está interesado en mejorar la sonoridad de su violín, ya que es un elemento que influye poderosamente en la producción del sonido y condiciona en gran medida la interpretación. Malusi (1981) describe la historia del origen y evolución del arco, una precisa descripción del mismo y sus partes y una relación de los arqueteros más famosos.

Guías y manuales de mantenimiento

Gosling y Corrie, (2014) ofrecen una guía esquemática acompañada de fotografías detalladas con toda la información necesaria sobre el cuidado del violín y las herramientas precisas para llevar a cabo un mantenimiento básico, intermedio o avanzado. Dan respuesta a algunas de las cuestiones que un violinista puede plantearse sobre su propio instrumento y orientan sobre las características de los instrumentos que existen en el mercado.

Para optimizar el sonido de un violín el intérprete ha de cerciorarse de aspectos como: ausencia de grietas en la madera, correcto encolado de las tapas, adecuada posición del puente y alma y medidas adecuadas en longitudes y alturas de las cuerdas (Gosling; Corrie, 2014, p. 57, 88, 144-146).

El mantenimiento del arco también resulta tan importante como el del violín, ya que, además del papel fundamental que juega en la producción del sonido, sus cerdas padecen un deterioro más acusado por la constante fricción con las cuerdas. Atria (2004) y Pinto (2000) orientan sobre el cuidado del arco y las cerdas, aportando dibujos ilustrativos de los elementos del instrumento, herramientas, instrumentos y materiales precisos para llevar a cabo su mantenimiento y restauración.

Acústica y producción de sonido

La elección de la cuerda adecuada para cada instrumento se presenta como punto de partida para optimizar su sonido. Sobre la importancia de las cuerdas en el violín y su elección más acertada, Heron-Allen (2019, p. 203) deja claro que, tras haber elegido y ajustado todos los accesorios del violín, se ha de seleccionar las cuerdas adecuadas. Unas cuerdas pueden producir un sonido suave y redondo en un violín, mientras que en otro pueden transformar su tono en áspero y estridente.

Rodríguez-Hermoso (2016, p. 49, 55-56) presenta un estudio sobre la fabricación y el uso de las cuerdas de tripa en los instrumentos de arco. La utilización del tipo de cuerdas incide poderosamente en la sonoridad del instrumento, por lo que este estudio aporta también datos que resultan de utilidad para el enfoque y planteamiento del presente trabajo. Según esta autora, algunos fabricantes utilizan términos poco precisos para caracterizar la tensión de las cuerdas que ponen en venta en el mercado. La

denominación empleada para expresar la tensión de sus sets de cuerdas, utilizando términos como "baja", "media" o "fuerte", plantea la duda de si resultan equiparables para cada fabricante.

Es de vital importancia para el intérprete, pues, hacer una elección acertada del tipo de cuerda y los calibres en función del instrumento, ya que en gran medida esta elección va a condicionar la respuesta de dicho instrumento y su sonido, así como la técnica del arco que va a aplicar en su interpretación.

Vilar Segura (2019) realiza un estudio de los tipos de cuerda en función del material, proceso de fabricación, calibres, tensiones, etc. Asimismo, explica el funcionamiento de las mismas en el violín en relación a determinados conceptos de la física acústica como la frecuencia/amplitud del espectro sonoro.

Rossing (2010, cap. XII, XIII, XVI) trata la producción del sonido del arco al frotar la cuerda, teniendo en cuenta factores como la fuerza o presión empleada en relación con el arco, el punto concreto en el que este se posa sobre la cuerda, más o menos alejado del puente o del diapasón, la cantidad de crines y el ángulo con que rozan la cuerda, el movimiento más o menos rápido en la ejecución, etc.

Resultan también relevantes los estudios de Schelleng (1974) sobre el mecanismo arco-cuerda, centrados en la presión física que el arco ejerce sobre la cuerda y la existencia de unos límites en función del punto de arranque y su distancia al puente. Mostró que la presión del punto de arranque del arco sobre la cuerda está en función de su cercanía al puente, ya que es ahí donde la rigidez de las cuerdas es mayor y ha de ser ejercida con mayor presión para compensarlo.

La relación arco/cuerda es el factor más importante que influye en el comportamiento determinado de un violín, lo que se denomina "tocabilidad" (Rossing, 2010, p. 294), ya que el arco, en su propiedad de poder vibrar con la cuerda al producir su excitación, puede influir en la calidad tonal del violín, teniendo en cuenta la fuerza relativa del arco, su posición sobre la cuerda desde el puente hacia la cejilla, la cantidad y calidad de las cerdas en contacto con la cuerda y la aceleración, además de la personal forma de ataque del violinista, entre otros aspectos. Se ha de tener en cuenta que la vibración de la cuerda se transmite hacia los dos extremos, llegando así hasta el puente, que potencia ese movimiento lateral de la vibración de las cuerdas a través sus patas, que están en estrecho contacto con la caja de resonancia. De esta manera, el puente actúa como un filtro de paso, controlando los agudos que el fabricante puede subir o bajar en función de la frecuencia de resonancia. La frecuencia de un puente en un violín normal oscila entre 2800 y 3300 Hz, aunque esto puede ser modificado y perfilado de forma consciente a través de lo que se denomina como "ajuste del puente" (Rossing, 2010, p. 295).

Solo un reducido número de materiales puede resistir el efecto de tensión y estrés requerido por las cuerdas de un instrumento de cuerda frotada o pulsada. Estos han sido durante años la tripa y la seda, para más tarde ser sustituidas por el acero, las poliamidas y diferentes materiales sintéticos que han servido como núcleo de las cuerdas.

Gettler (Rossing, 2010, p. 284) refiere, en cuanto a la tensión de las cuerdas de violín que se encuentran en el mercado, que en la actualidad las tensiones de las cuerdas La, Re y Sol suelen ser un 30%, 35% y 45% más bajas, respectivamente, que la tensión de la cuerda Mi. Por otro lado, las impedancias resultantes son 5%, 46% y 85% más altas, respectivamente, que la impedancia de la cuerda Mi. Aunque otros teóricos, como Mozart (2013), recomendaban la igualdad de tensión en las cuerdas, hoy

en día, a excepción de las cuerdas para contrabajos, solo se hace principalmente para ciertas cuerdas de música antigua, cuyo equilibrio deja una impresión profunda y suave.

Esta tendencia responde a que las salas de conciertos hoy son más grandes y exigen mayor brillantez, siendo una forma de lograrlo aumentar la tensión de las cuerdas más agudas (Rossing, 2010, p. 285).

Respecto al concepto de timbre de un instrumento, la publicación de Alonso y Olazábal (2016) aporta interesantes resultados sobre la acústica del violín y las posibles variaciones del timbre en función de diferentes intérpretes. Para ello, realizaron un experimento (Alonso; Olazabal, 216, p. 340-344) con dos violinistas profesionales que utilizaron las mismas cuerdas para reproducir el sonido de cuerdas al aire. Después comprobaron la capacidad de reconocimiento de los sonidos producidos en una muestra integrada por dos tipos de participantes: el primero por músicos profesionales, mientras el otro estaba integrado por oyentes no-músicos. La finalidad de este experimento fue la de valorar la importancia que puede tener el reconocimiento del timbre en el proceso de enseñanza del violín, como potenciador de un aprendizaje más eficaz en el alumnado de los conservatorios.

Este estudio pone de manifiesto las dificultades de expresar con palabras y de forma precisa las diferentes características del timbre del violín, hecho que se quiere reproducir en el texto de forma detallada por ser un problema común que también se recoge en este estudio. Alonso y Olazábal (2016, p. 338) consideraban que estas dificultades vienen determinadas por muchas causas, entre las que se encuentra el "carácter multidimensional de las posibilidades tímbricas" que hace, por ejemplo, que un sonido pueda a la vez ser brillante o no, o tener solidez o carecer de ella, entre otras muchas características. Según Saitis *et al.* (2017, p. 2752), las representaciones cognitivas del sonido y las sensaciones táctiles de los violinistas influyen en sus descripciones verbales de la calidad del instrumento. Establecieron categorías semánticas comunes sobre ciertos atributos sobre la calidad de los violines tales como la resonancia, la proyección, la respuesta o el balance.

Se justifica la necesidad de realizar este estudio con los siguientes objetivos:

. Objetivo general: conocer la combinación idónea de arco y cuerda para optimizar el rendimiento acústico del violín de los estudiantes.

. Objetivos específicos:

- OE1. Determinar las cuerdas más idóneas para favorecer el sonido de cada violín.
- OE2. Identificar el tipo de arco más adecuado para la producción óptima del sonido.
- OE3. Analizar la sonoridad de cada violín en función de las combinaciones de cuerdas y arcos.
- OE4. Identificar la mejor combinación de arco y cuerda en relación con la optimización de las posibilidades sonoras de cada violín.

2. Metodología

Para la realización de este estudio se ha empleado una metodología de corte descriptivo, en la que se ha comparado distintas combinaciones de arco, cuerdas y violines, con el fin de encontrar la conjunción más idónea para optimizar su rendimiento acústico de este instrumento (Ruiz, 2012). Se pretende obtener datos que permitan comparar las características de los modelos y materiales ensayados.

Procedimiento

Se trata de un estudio comparativo desarrollado en base a los resultados obtenidos, a partir de la combinación de diferentes arcos y cuerdas, con el fin de determinar cuál contribuye a optimizar la sonoridad de los violines empleados.

Los evaluadores escucharon las diferentes combinaciones en directo, interpretadas por el autor principal de este estudio (violinista experto profesional) y posteriormente tuvieron la oportunidad de volverlas a escuchar en las grabaciones realizadas para tal efecto.

Con el fin de reflejar los distintos ámbitos acústicos en los que se llevó a cabo este estudio, se realizaron 125 grabaciones de audio con una grabadora "Zoom H1" colocada a 4 metros de distancia del intérprete. Dichas grabaciones se realizaron en un estudio profesional de 70 m3, realizándose 25 combinaciones diferentes de arcos y cuerdas con cada violín: 5 posibilidades de cuerdas a partir de 5 arcos. Este conjunto de variables se aplicó a los 5 violines seleccionados para este estudio.

Las grabaciones realizadas con cada violín y sus diferentes combinaciones de materiales fueron evaluadas por 4 músicos profesionales, expertos instrumentistas de cuerda con amplia experiencia como docentes y como músicos de orquesta y música de cámara (Orquesta Sinfónica de Madrid u Orquesta Sinfónica de Berlín). El equipo utilizado para escuchar las grabaciones fue un "Yamaha HTR-4065" con altavoces "Sony SS-H6600 (Bass units+Satellite units)".

Para llevar a cabo estas valoraciones, cada experto adjudicó una calificación a cada juego de cuerdas en cada violín (1-10) extrayendo la puntuación media de entre los valores obtenidos. De las calificaciones resultantes se obtuvo una nueva media que ofreció la puntuación global resultante en cada juego de cuerdas.

Muestra

La muestra estuvo compuesta por 25 composiciones realizadas con cada violín (5 combinaciones de cuerdas a partir de 5 arcos diferentes). Se diseñaron dentro de un mismo modelo interpretativo de mentalidad práctica que persiguieron los objetivos establecidos para este estudio.

A continuación, se describen los violines, arcos y cuerdas con los que llevó a cabo este estudio. Concretamente se escogieron cinco violines, cinco arcos y cinco juegos de cuerdas de distintas calidades y estilos (Ver Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3).

Violín	Nombre	Fecha	Valor
Violín 1	Nicolás Blaga	2007	8000€ - 10000€
Violín 2	"Platner" Alemán	C. 1900	8000€
Violín 3	"Soffritti" Francés	C. 1950	3000€
Violín 4	Chino copia Guarneri del Gesù	S. XXI	900€ - 1200€
Violín 5	Chino copia Stradivarius	S. XXI	900€ - 1200€

Tabla 1. Violines utilizados en el estudio

Arco	Precio	Peso
Fibra de carbono	150€	60,7 gramos
Snakewood	300€-600€	69,04 gramos
Ironwood	300€-600€	60,74 gramos
Francés (sin firma)	1500€	59,5 gramos
Bazin	5000€	53,28 gramos

Tabla 2. Arcos utilizados en el estudio

Todos los arcos fueron encerdados un mes antes de las grabaciones con crines de primera calidad, estando en el momento de la grabación en pleno rendimiento de uso. La resina utilizada fue la P. Guillaume, aplicándose en dosis moderadas y de manera regular.

Marca	Modelo	Tensión
Thomastik Infeld	Vision	8 kg MI 5,5 kg LA 4,5 kg RE 4,7 kg SOL
	Dominant	7,8 kg MI 5,5 kg LA 4,1 kg RE 4,4 SOL
Pirastro	Alphayue	7,9 kg MI 5,5 kg LA 4,5 kg RE 4,5 kg SOL
	Tonica	7,5 kg MI 5,5 kg LA 4,5 kg RE 4,9 kg SOL
	Eudoxa	7,7 kg MI 4,9 kg LA calibre 13 ¾ 3,7 kg RE calibre 16 ¾ 3,8 kg SOL calibre 15 ¾

Tabla 3. Cuerdas utilizadas en el estudio.

Se seleccionaron diferentes pasajes o extractos de obras para violín que permitieran explorar tanto los límites de la cuerda mi como de la cuerda sol, así como el balance entre cuerdas y su capacidad para sonar en diferentes dinámicas. En base a estos criterios, se realizó una selección de compases de las siguientes obras:

(1) *Concierto de Mozart* número 5 en la mayor, primer movimiento (Adagio y comienzo del Allegro aperto. Compases: 38-54).

(2) *Sonata en mi mayor* de Mozart para violín y piano primer movimiento (comienzo 1er movimiento. Compases: 1-14).

(3) *Chacona para violín solo* de Johann Sebastian Bach segunda Partita (Compases: 1-9).

(4) *Concierto de Beethoven* en re mayor para violín (pequeño extracto 1er movimiento. Compases: 101-109).

(5) *Concierto* de Tchaikovsky para violín y orquesta en re mayor (comienzo solo. Compases: 23-27).

(6) *Czardas* de Monti (comienzo. Compases: 4-12).

Variables

Las cuerdas seleccionadas para el estudio se instalaron simultáneamente en los diferentes violines aproximadamente un mes antes de las pruebas y grabaciones. Durante este periodo, las cuerdas se tocaron regularmente para mantener su afinación y asegurar la estabilidad de las partes del instrumento afectadas, como el puente y la cejilla. Estas intervenciones fueron moderadas, evitando un desgaste excesivo y permitiendo que las cuerdas alcanzaran una estabilidad tonal óptima. Tras cada cambio de cuerdas, se les permitió asentarse durante al menos un día en cada instrumento, facilitando un ajuste natural y progresivo de la afinación.

3. Resultados

A continuación, se presentan en tablas individualizadas las puntuaciones que los expertos concedieron a cada violín en función de la combinación con cada tipo de cuerdas.

En las tablas que van de la 9 a la 12, se puede observar las puntuaciones medias de las valoraciones de los expertos para cada uno de los violines en función del tipo de arco.

Experto 1	*1. Blaga*	*2. Platner*	*3. Soffritti*	*4. Chino Gesù*	*5. Chino Strad*	*Media*
Vision	6.5	6.5	8.5	7	7	7.1
Alphayue	9	8.5	7.8	8.5	8	8.36
Dominant	8	9	8.3	8	7.5	8.16
Tonica	8.2	7.8	8	9	8	8.2
Eudoxa	8.5	8	7.5	7	8.5	7.9

Tabla 4. Resultados (1-10) para sets de cuerdas en cada instrumento según el experto 1

Las cuerdas Alphayue obtuvieron de nuevo la puntuación más alta según el segundo experto tal y como se puede observar en la Tabla 10.

Experto 2	*1. Blaga*	*2. Platner*	*3. Soffritti*	*4. Chino Gesù*	*5.Chino Strad*	*Media*
Vision	7	7	8.5	7	7	7.3
Alphayue	8.8	8.7	7.8	8.5	8.5	8.46
Dominant	8	8.8	8	8	7.8	8.12
Tonica	8.2	7.8	8	9	8	8.2
Eudoxa	8.7	8	7	7	8.7	7.88

Tabla 5. Resultados (1-10) para sets de cuerdas en cada instrumento según el experto 2

En la Tabla 11 se puede observar cómo las puntuaciones medias obtenidas por cada juego de cuerdas según el experto 3, van en línea con las de los dos expertos anteriores, volviendo a quedar en primer lugar las cuerdas Alphayue, seguidas por las Tonica y Dominant.

Experto 3	*1. Blaga*	*2. Platner*	*3. Soffritti*	*4. Chino 1 Gesù*	*5. Chino 2 Strad*	*Media*
Vision	5.5	6	8	7	7	6.7
Alphayue	8.5	8	8	8.3	8.5	8.26
Dominant	8	9	8	8	7.5	8.1
Tonica	8.2	7.8	8	8.5	8	8.1
Eudoxa	8.5	8.2	7.5	7	8.8	8

Tabla 6. Resultados (1-10) para sets de cuerdas en cada instrumento según el experto 3

Por último, se observa en la Tabla 12 las puntuaciones otorgadas por el cuarto experto participante del estudio, donde la media de los resultados obtenidos va en consonancia con los resultados obtenidos por los demás expertos.

Experto 4	*1. Blaga*	*2. Platner*	*3. Soffritti*	*4. Chino Gesû.*	*5. Chino Strad*	*Media*
Vision	5.5	6.5	8.3	7	7	6.86
Alphayue	9	8.7	7.8	8.5	8	8.4
Dominant	8.5	9	8	8	7.5	8.2
Tonica	8.2	7.8	8	8.6	8	8.12
Eudoxa	8.7	8	7.5	7	8.5	7.94

Tabla 7. Resultados (1-10) para sets de cuerdas en cada instrumento según el experto 4

En la siguiente Figura se muestra la comparativa de las medias obtenidas por cada uno de los juegos de cuerdas en función de las calificaciones de cada uno de los expertos.

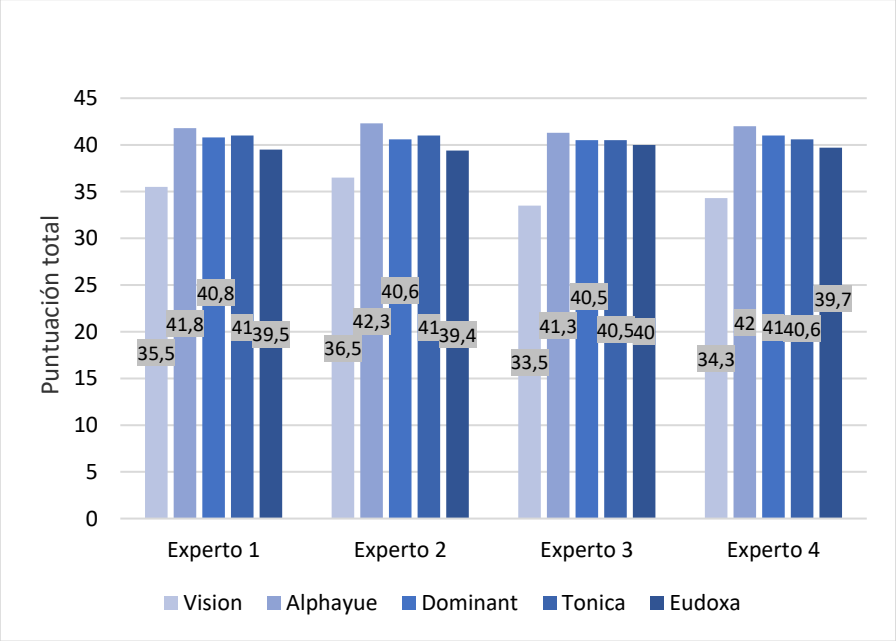

Fig. 1. Medias obtenidas por las cuerdas y agrupadas por sets

Los expertos dieron valores similares en sus apreciaciones, siendo siempre las cuerdas Alphayue las mejor valoradas en relación con el resto. En segundo y tercer fueron valoradas las cuerdas Tonica y las Dominant, en cuarto lugar, fueron valoradas las Eudoxa, siendo las últimas las cuerdas Vision.

En la Figura 2 se observan los valores para cada juego de cuerdas:

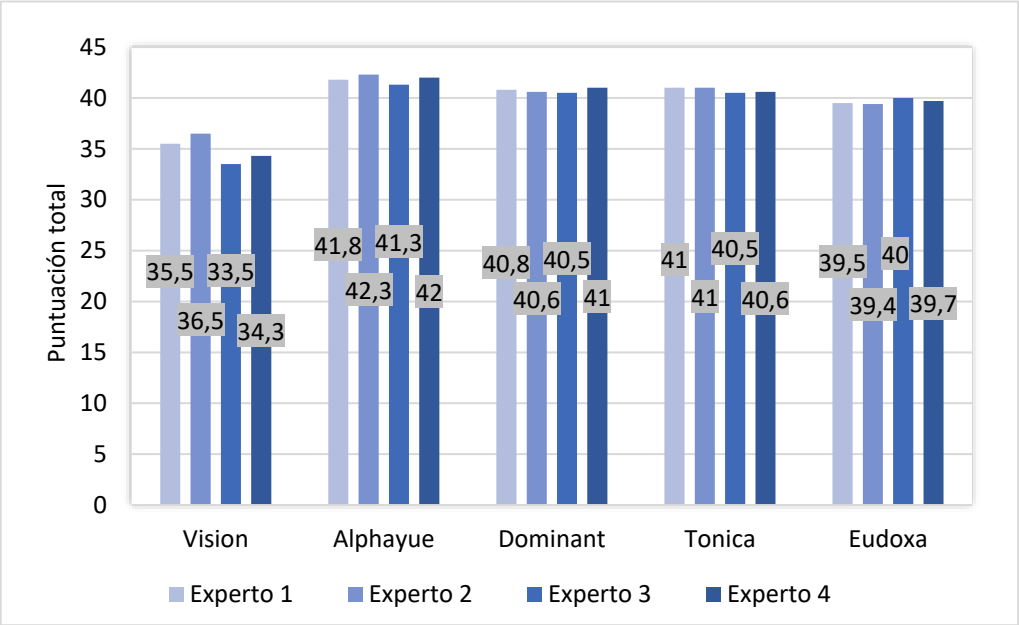

Fig. 2. Medias obtenidas por las cuerdas y agrupadas por oyentes.

En la Figura 3 se aprecian los valores generales obtenidos por cada set de cuerdas de forma global, quedando patente las diferencias existentes entre las Alphayue en relación con las demás cuerdas seleccionadas.

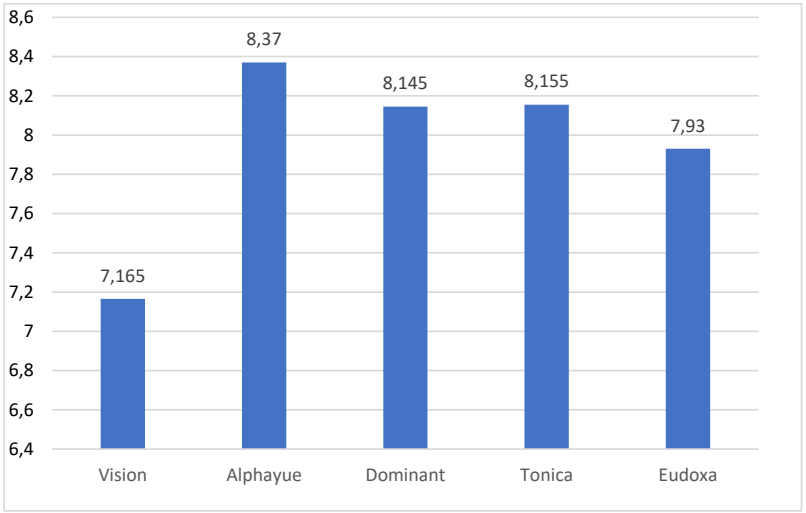

Fig. 3. Valoración obtenida por cada set de cuerdas

De los resultados obtenidos se deduce que las cuerdas Alphayue obtienen un valor superior a las otras cuerdas seleccionadas con un resultado de 8,37 sobre 10, seguidas de las Tonica y las Dominant con 8,155 y 8,145 respectivamente, situando a las cuerdas Tonica por encima de las Dominant con una diferencia

mínima. Esto las posiciona a ambas al mismo nivel en este estudio, no habiendo una clara diferencia en puntuación. Finalmente les siguen las cuerdas Eudoxa con 7,93 y las Vision con 7,165.

Tras escuchar y analizar las 125 grabaciones, donde se prueban los 5 instrumentos con los 5 tipos de cuerdas y los 5 tipos de arcos, se observó que las diferencias entre los tipos de cuerdas resultaban más perceptibles para el oyente que la ejecución con los diferentes arcos. Así pues, una vez comprobadas qué cuerdas funcionaban mejor en cada instrumento, se realizó una última prueba en directo con los expertos para comprobar, de esta manera, que el arco presente en la versión mejor valorada era más apropiado para cada violín, ya optimizado con las cuerdas que más potenciaban su sonido.

Aunque los expertos se reafirmaron en la combinación elegida, en esta sesión se confirmó que la idoneidad de los arcos depende de la manera de tocar de cada uno y que los resultados no son plasmables en grabaciones, ya que las sensaciones que procura un determinado arco al intérprete están tan ligadas a la forma de interpretar y son difícilmente perceptibles incluso para un oyente experto, a no ser que se realicen "en vivo".

4. Discusión

En función del planteamiento inicial, se establecerán las posibles concordancias con otros autores ya citados, en función de los objetivos en relación con la optimización del rendimiento acústico del violín a partir de la mejor combinación de cuerdas y arcos.

Pascuali y Príncipe (2007), consideraron que utilizar un violín de baja calidad en la etapa formativa del estudiante puede ser muy perjudicial. Según estos autores, si el instrumento es de buena calidad, el estudiante podría mejorar sus cualidades y desarrollar sus capacidades como instrumentista. Se ha podido demostrar que en muchos casos es más determinante y asequible, en orden a obtener mejores rendimientos, la optimización del estado en que se encuentra el instrumento, actuando esta sobre la calidad del mismo. Los violines de menor calidad utilizados en este estudio han alcanzado una calidad de sonido y respuesta muy superior a la esperada en función de su categoría, tras haber sido ajustados con las cuerdas adecuadas y optimizado su sonido con el arco más valorado para formar parte de la combinación, según los expertos.

En función de las pruebas llevadas a cabo con los distintos arcos, se puede concluir que, aunque un arco de más calidad (arco Bazin) brinde mejores posibilidades para el instrumento, en cuanto a sonoridad y colores, no siempre es una buena opción invertir en un arco de una calidad superior al instrumento. Puede que esa mejoría no marque una diferencia palpable con arcos de menos valor, como el arco francés y el arco ironwood incluidos en la muestra, por lo que sería recomendable (como se observa en las combinaciones más valoradas), buscar cuál es el arco más adecuado a la calidad y la respuesta del instrumento.

De esta forma, un violín de baja calidad optimizado puede resultar un instrumento adecuado para la etapa formativa de un estudiante, aunque coincidimos con Pascuali y Principe (2007, p. 44-45) en que aquellos instrumentos de tan baja calidad cuya optimización resulta imposible, no favorecen que el proceso formativo se lleve a cabo con garantías.

Cada violín tiene unas características específicas en cuanto a volumen y proyección, que pueden ser potenciadas a partir de factores tales como el tipo de material usado en las cuerdas, el arco utilizado por el intérprete y su técnica concreta (Johnson; Courtnall, 1999). Se ha podido constatar en este estudio cómo afecta cada tipo de cuerda a cada violín y cómo se afectaba en función del tipo de arco siendo estos dos elementos lo más relevante para la mejora del sonido.

Atria (2004) y Pinto (2000) consideraron indispensables el correcto mantenimiento del instrumento y la idoneidad del arco para todo estudiante que quiera optimizar el rendimiento acústico de su violín (Malusi, 1981). Gosling y Corrie (2014) realizaron ciertas recomendaciones de cara a optimizar el sonido, tales como la ausencia de grietas en la madera, correcto encolado de las tapas y adecuada posición del puente y alma. Este aspecto fue controlado en el estudio, ya que podía afectar a los registros obtenidos.

En cuanto a la existencia de unas medidas standard respecto a longitudes y alturas de las cuerdas, cuyos parámetros no se recomienda sobrepasar (Gosling; Corrie, 2014), también ha de tenerse en cuenta que cada intérprete, según su forma de tocar y sus características físicas, puede necesitar una altura de cuerdas diferente a las de otro músico. Como se puede ver en los resultados de este estudio, las cuerdas analizadas obtuvieron rendimientos diferentes en cada instrumento, obligando al intérprete a adoptar distintas maneras de tocar cada instrumento y cada set de cuerdas. Esto requirió un pequeño periodo de adaptación con cada cambio de instrumento y sus variables de cuerdas y arcos, dependiendo de las características de cada uno de los elementos mencionados.

En cuanto a la importancia de hacer una elección acertada del tipo de cuerda y su calibre, se coincide con Heron-Allen (2019) y Rodríguez-Hermoso (2016), que afirmaban que la elección de las cuerdas adecuadas condiciona la respuesta del instrumento y su sonido, junto con la técnica que se debe aplicar en la interpretación. Según lo observado en este estudio, el tipo de arco utilizado puede condicionar el tipo de técnica que el intérprete adoptará. Si tomamos el caso de unas cuerdas de tensión alta en las que se deba aplicar más presión para obtener un buen sonido, la técnica del arco será diferente en función de si se aplica con un arco muy ligero, como el arco Bazin, o con un arco muy pesado, como el de snakewood, condicionando así la forma de tocar o de llevar a cabo los diferentes golpes de arco, así como la producción de sonido, debiendo proporcionar el grado de presión al friccionar las cuerdas.

Al igual que afirmó Schelleng (1974), la tocabilidad o el comportamiento de un violín frente a otro se vio afectado debido a la relación arco-cuerda, en función de lo cual se analizó la sonoridad de cada violín en función de las combinaciones de cuerdas y arcos. Aunque existen muchos otros factores que influyen en la calidad sonora y la mencionada tocabilidad del instrumento, el principal factor y el más que ha influido en este caso en la optimización del sonido ha estado relacionado con las cuerdas, el arco y la manera de tocar.

Según se ha podido comprobar a través de las grabaciones realizadas, la caracterización del timbre en un violín es fundamental en la búsqueda de la mejor calidad sonora, por lo que este estudio corrobora el papel que Alonso y Olazábal (2016) otorgan a la determinación del timbre. Así pues, a través del análisis realizado, se ha podido constatar que las combinaciones de cuerdas que aparentemente resultaban más potentes en alguno de los instrumentos obtuvieron en muchos casos peores valoraciones por los expertos respecto a otras con menor potencia en el medidor de decibelios. En este caso, la calidad

tímbrica del instrumento conseguía proyectar mejor sonido, transmitiendo el carácter tímbrico del mismo hasta el oyente. A partir del análisis atento de las distintas grabaciones utilizadas para este estudio, se identificó la mejor combinación de arco y cuerda en relación con la optimización de las posibilidades sonoras de cada violín, según los expertos.

De acuerdo con Alonso y Olazábal (2016), este estudio considera esencial para la educación auditiva del alumno el reconocimiento y posterior búsqueda del mejor timbre del instrumento. Un alumno que es capaz de distinguir diferentes calidades de sonido sin dejarse llevar solamente por la potencia del instrumento podrá buscar un mejor timbre para este y podrá en el futuro aprender a diferenciar entre varias calidades y características sonoras cuando necesite cambiar su violín por otro superior.

Conclusiones

Tras la realización del estudio, se concluye que es posible optimizar el sonido del violín, atendiendo específicamente al cambio de cuerdas y la elección propicia del arco siempre que el intérprete tenga cierto conocimiento sobre la reacción del instrumento a las diferentes tensiones y materiales de las cuerdas y a los tipos de arcos. Se ha llegado a las siguientes conclusiones:

(1) Las cuerdas Alphayue son las mejor valoradas en todos los instrumentos. Por tanto, una cuerda polivalente arroja siempre buenos resultados en todo tipo de violines.

(2) Un arco de calidad demostrada brindará siempre al intérprete mejores posibilidades para el instrumento en cuanto a sonoridad y colores se refiere.

(3) La mejor sonoridad se da mediante las siguientes combinaciones:

- violín 1 + arco Bazin + cuerdas Alphayue
- violín 2 + arco Bazin + cuerdas Dominant
- violín 3 + arco francés + cuerdas Vision
- violín 4 + arco ironwood + cuerdas Tonica
- violín 5 + arco francés + cuerdas Eudoxa

Limitaciones del estudio

El presente trabajo refleja evidencias que pueden ser confirmadas en estudios con muestras más amplias y con un control más objetivo de variables coadyuvantes. En este sentido consideramos que los resultados no deben ser generalizados y que este estudio debe ser sometido a refutaciones posteriores.

Consideramos además que la diferencia de valoración de los arcos ha sido más imprecisa, ya que, al igual que las cuerdas han de adaptarse en mayor medida a las características del violín, el arco es más una elección personal que ha de adaptarse a las características del intérprete. Esta particularidad ha dificultado la justificación de la elección de una manera mensurable.

No se confeccionaron tablas de cada conjunto violín-cuerdas con cada arco por ser difícil cuantificar sus diferencias en las grabaciones por las limitaciones ya comentadas. En la prueba “en vivo” que se realizó con oyentes expertos, los resultados fueron expresados en términos de apreciaciones de

cada uno de los oyentes, basados también en la experiencia del momento y según la interpretación siempre del mismo violinista.

Referencias

ALONSO LACASTA, Rebeca Kerstin; OLAZABAL ROMAN, Ion. Acústica del violín y reconocimiento tímbrico por músicos profesionales y no-músicos. *Revista INFAD De Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology.* v. 2, n.1, p. 337–346, 2016. https://doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n1.v2.168.

ATRIA, Michael. *Violin Repair Guide*. [Estados Unidos]: Hal Leonard Corporation, 2004.

BACH, Johann Sebastian. *6 Sonatas and Partitas.* New York: International Music Company, 1971.

BEARE, Charles. *Antonio Stradivari: The Cremona Exhibition of 1987*. London: J. & A. Beare Ltd., 1993.

BEETHOVEN, Ludwig van. *Violinkonzert D-dur Opus 61*. Munich: G. Henle Verlag, 1982.

DAVIDSON, J.W.; JORDAN, N. Private Teaching, Private Learning: An Exploration of Music Instrument Learning in the Private Studio, Junior and Senior Conservatories. *En:* Bresler, L. (ed.). *International Handbook of Research in Arts Education*, 2007, Springer International Handbook of Research in Arts Education, v. 16. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3052-9_49.

FRITZ, Claudia; CURTIN, Joseph; POITEVINEAU, Jacques; MORREL-SAMUELS, Palmer; TAO, Fan-Chia. Player Preferences Among New and Old Violins. *Psychological and cognitive sciences*, v. 109, n. 3, p. 760-763, 2012. https://doi.org/10.1073/pnas.1114999109.

FRITZ, Claudia; CURTIN, Joseph; POITEVINEAU, Jacques; BORSARELLO, Hugues; WOLLMAN, Indiana; TAO, Fan-Chia; GHASAROSSIAN, Thierry. Soloist Evaluations of Six Old Italian and Six New Violins. *Psychological and Cognitive Sciences*, v. 111, n. 20, p. 7224-7229, 2014. https://doi.org/10.1073/pnas.1323367111

GETTLER, Knut. Bows, Strings, and Bowing. *In*: ROSSING, T.D. (ed.). *The Science of String Instruments.* Standford: Springer, 2010. p.279-299.

GOSLING, John; CORRIE, Marcus. *Manual. How to Assess, Buy, Set-up and Maintain Your Violin.* Somerset: Haynes. 2014.

HERON-ALLEN, Eduard. *Violin-Making. A Historical and Practical Guide*. New York: Dover Publications, Inc., 2019.

JOHNSON, Chris; COURTNALL, Roy. *The Art of Violin Makers.* London: Robert Halle Ltd., 1999.

JUSLIN, Patrik N.; LAUKKA, Petri. Expression, Perception, and Induction of Musical Emotions: A Review and a Questionnaire Study of Everyday Listening. *Journal of New Music Research*, v. 3, n. 33, p. 217–238, 2004. http://doi.org/10.1080/0929821042000317813.

MALUSI, Lauro. *L'arco. degli Strumenti Musicali. Storia Tecnica Construttori Valutazioni.* Milán: Zanibon Ed., 1981.

MENUHIN, Yehudi. *Unvollendete Reise. Lebenserrinerung.* München: DTV Verlag, 1979.

MONTI, Vittorio. *Czardas.* Kassel: Bärenreiter, 2010.

MOZART, Leopold. *Escuela de violín* (*Violinschule*). Madrid: Editorial Arpegio, 1979.

MOZART, Wolfgang Amadeus. *Sonaten für Klavier und Violine*. Viena: Wiener Urtext Ed. Schott; Universal Ed., 2013.

MOZART, Wolfgang Amadeus. *Konzert in A für Violine und Orchester Nº 5*. Kassel: Bärenreiter, 2003.

PASCUALI, Giulio.; PRINCIPE, Remy. *El violín. Manual de cultura y didáctica violinística.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Melos (Ricordi Americana). 2007.

PINTO COMAS, Ramón. *Manual del Luthier. Tratado práctico sobre la construcción de violines*. Barcelona: Autoedición, 2000.

Real Decreto 631/2010, de 14 de mayo, publicado en «BOE» núm. 137, de 5 de junio de 2010.

RODRÍGUEZ-HERMOSO, Beatriz. *La recuperación de la fabricación de cuerdas de tripa para instrumentos de arco.* La Rioja: TFM. UNIR, 2019. https://reunir.unir.net/handle/123456789/4468.

ROSSING, Thomas D. (ed.) *The Science of String Instruments.* Stanford: Springer, 2010.

RUIZ, Jose Ignacio. *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Univ. de Deusto, 2012.

SAITIS, Charalampos; FRITZ, Claudia; SCAVONE, Gary P.; GUASTAVINO, Catherine; DUBOIS, Danièle. Perceptual Evaluation of Violins: A Psycholinguistic Analysis of Preference Verbal Descriptions by Experienced Musicians. *J. Acoust. Soc. Am.* v. 141, n. 4, p. 2746–2757, 2017. https://doi.org/10.1121/1.4980143

SCHELLENG, John C. The Physics of the Bowed Strings, *Sci. Am*, v. 230, n. 1, p. 87, 1974. http://doi.org/10.1038/scientificamerican0174-87

TCHAIKOVSKY, Piotr Ilich. *Violin Concerto in D, Op. 35*. London: Eulenburg. 1986.

VILAR SEGURA, Victor. Las cuerdas del violín barroco. *Recercat.* Trabajo fin de Grado. Escola Superior de Música de Cataluña, 2019. https://recercat.cat//handle/2072/374802.

WILLIAMON, Aaron; VALENTINE, Elizabeht. The Role of Retrieval Structures in Memorizing Music. *Cognitive Psychology,* v. 1, n. 44, p. 1–32, 2002. https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0759

WOODY, Robert. H. Learning Expressivity in Music Performance: An Exploratory Study. *Research Studies in Music Education*, v. 1, n. 14, p. 14-23, 2020. https://doi.org/10.1177/1321103X0001400102

Isidro Ristori González es intérprete y docente de Método Suzuki de violín y viola. Músico del cuarteto del Ensemble San Pablo. isidro.e30@gmail.com

Paula Hernández-Dionis es profesora de Didáctica de la Expresión Musical en la Universidad de La Laguna. Presidenta de la rama española de la European String Teachers Association (ESTA España). phernadi@ull.edu.es

David Pérez-Jorge es profesor del Departamento de Didáctica e investigación educativa de la Universidad de La Laguna y director del Grupo de Investigación Diversidad, Salud y Educación (DISAE). dpjorge@ull.edu.es

A *Opus* está licenciada sob uma licença CC-BY.