



## MONOGRÁFICO

### ¿Tiene sentido el afinador? Un estudio sobre el impacto del temperamento igual en estudiantes de violín de nivel medio y superior

Does the tuner make sense? A study about the impact of equal temperament in middle and upper-level violin students

Patrick Thomas Brady Caldera<sup>1</sup>

Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Extremadura, Cáceres (España)

Héctor Archilla Segade<sup>2</sup>

Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Extremadura, Badajoz (España)

doi:10.7203/LEEME.49.23992

Recepción: 28-02-2022 Revisión: 03-03-2022 Aceptación: 16-05-2022

#### Resumen

La entonación es una de las principales problemáticas con las que, generalmente, se encuentra el alumnado de violín. A través del presente trabajo, se busca determinar el impacto del Temperamento Igual en la capacidad de entonación que tiene el alumnado de violín de dos Conservatorios de Música de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Para ello, se llevó a cabo un estudio no experimental cuantitativo, de tipo transversal exploratorio y descriptivo a través del que medir y recoger información relativa a la variable objeto de estudio “Capacidad de Entonación”. Los resultados señalan que la capacidad de entonación de los sujetos tiende a ajustarse al sistema de afinación pura o justa, si bien, en el ámbito del sistema temperado, dicha capacidad muestra un comportamiento similar. Se establecen también las tonalidades mejor afinadas en ambos sistemas y se destaca la naturaleza no temperada del instrumento.

**Palabras claves:** instrumentos de cuerda; entonación; enseñanza; educación musical.

#### Abstract

Intonation is one of the main challenges violin students face throughout their studies. This paper aims to determine the impact of Equal Temperament on the intonation ability of violin students in two music conservatories located in the Spanish Autonomous Region of Extremadura. With this aim of realizing a non-experimental quantitative study, a cross-sectional exploratory study has been carried out in order to gather and measure information concerning the variable object of study of intonational ability. Results suggest that, despite comparatively high scores obtained in the realm of Just Intonation, the students' intonation ability behaves similarly in the domain of Equal Temperament. Keys which tend to be more in tune have also been established, along with the non-tempered nature of the instrument.

**Key words:** String Instruments; intonation; teaching; music education.

<sup>1</sup> Profesor Sustituto, Facultad de Educación y Psicología, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8281-1928>

<sup>2</sup> Profesor Ayudante Doctor, Facultad de Educación y Psicología, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7019-7994>

\*Contacto y correspondencia: Héctor Archilla Segade, Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Extremadura, [hectoras@unex.es](mailto:hectoras@unex.es), Avenida Elvas, s/n, C.P. 06006 Badajoz. España.

## 1. Introducción

De entre la multitud de problemáticas que condicionan la actividad del violinista, la entonación requiere de una especial atención, pues de ella no solo dependen cuestiones de carácter técnico como la sonoridad, sino también aspectos de naturaleza artística como son la expresividad o el estilo. Así pues, sin la capacidad de afinar correctamente, el violinista quedaría indefenso ante las exigencias de un repertorio y un público que, en palabras de la celebrada pedagoga Hoppenot (1991), parece tolerar cualquier clase de inflexión en la altura cuando se trata de cantantes, pero que no tarda en mostrar su desaprobación ante cualquier fallo de entonación cuando se trata de un violín. De forma interesante, lo apuntado por Hoppenot (1991) parece corresponderse con las averiguaciones de Geringer *et al.* (2015), donde 150 estudiantes de música, egresados y no egresados, tuvieron que escuchar tres grabaciones del *Ave Maria* de Bach/Gonoud interpretado por, respectivamente, trompeta solista, violín solista y soprano (las tres ejecuciones contaron con acompañamiento de piano). El objeto del estudio era determinar si, ante la presencia de desviaciones de tono idénticas en las tres versiones, los/as oyentes las percibirían como equivalentes. En este sentido, y ante desviaciones de tono en sentido ascendente, los/as oyentes percibieron el violín y la trompeta como más desafinados que la voz humana, mientras que, ante desviaciones de tono en sentido descendente, fue la trompeta la que se percibió como más desafinada. En cualquier caso, dicho estudio sugiere, tal y como sugería Hoppenot (1991), que, en el ámbito de la entonación, el oído humano tiende a ser más indulgente con la voz humana.

Así las cosas, cabría preguntarse qué es entonar correctamente en el ámbito del violín. A este respecto, huelga decir que una cierta solvencia técnica es fundamental, y no en vano los problemas técnicos relacionados con la mano izquierda merecen especial atención desde la misma etapa de iniciación en la práctica del instrumento, destacando en este sentido lo expuesto por Macián-González y Tejada (2018). Aun así, parece lógico pensar que una correcta entonación implica necesariamente la adhesión –consciente o inconsciente, coyuntural o perenne– a un modelo de entonación determinado. En este sentido, parte de la literatura del ámbito pedagógico-científico relativa al violín recurre con cierta frecuencia al piano (Green, 2010; Fernández-Barros *et al.*, 2020) o al afinador (Pérez, 2000; Gallardo, 2007) como modelo de entonación para violinistas en formación. En otras palabras, se adopta –ya sea de forma implícita o explícita– el Temperamento Igual (en adelante, ET, por sus siglas en inglés) como base inequívoca de la afinación y la entonación en un contexto violinístico. Es decir, se acepta para un instrumento con una enorme flexibilidad a la hora de entonar, un sistema surgido de las necesidades de los instrumentos con trastes y adoptado posteriormente por instrumentos de tecla limitados a doce alturas por octava.

Al margen del afinador, existe otra parte de la literatura pedagógica que recurre a la colocación de marcas en el diapasón del violín a modo de referencia visual para entonar correctamente; una práctica con más de dos siglos de antigüedad, y con evidencias de impacto positivo en las habilidades de entonación (Bergonzi, 1997). En el ámbito de esta praxis, cabría destacar dos métodos: el conocido método Suzuki (1959), donde es común la utilización de cinta adhesiva para marcar la posición de las distintas alturas (Jansen Van Vuuren, 2016); y el método Rolland (1974), donde tres marcas colocadas en el diapasón del instrumento proporcionan al alumnado una referencia visual de la entonación sobre la línea del primer dedo, del tercero y en el centro del violín, en la posición del armónico (Moya, 2018). En lo que a modelos de entonación respecta, el método Suzuki emplea grabaciones de interpretaciones realizadas por instrumentistas profesionales, si bien la altura sobre la que se coloca la cinta adhesiva podría considerarse una

referencia de entonación en sí misma, tal y como también ocurre en el método Rolland. En relación a Suzuki, Geringer *et al.* (2013) analizaron cuatro grabaciones incluidas en el primer volumen del método para violín, llegando a la conclusión de que una de ellas se acercaba al ET, mientras que las restantes tendían al sistema de afinación pitagórico.

Por otra parte, cabría destacar la aplicación de las nuevas tecnologías a la mejora de la entonación. Entre las ventajas de dicha aplicación, está la aportación al usuario de *feedback* en tiempo real para el entrenamiento de la entonación. En este sentido, destacan programas como *InTune*, diseñado para el estudio diario de instrumentistas (Lim y Raphael, 2010); *Cantus*, diseñado como herramienta de evaluación, diagnóstico y práctica de la entonación en las primeras etapas de la educación musical (Pérez-Gil *et al.*, 2016); o *Intonia*, un programa específicamente diseñado para ayudar a instrumentistas de cuerda a visualizar su entonación (Agin, 2021). Anteriores a estos programas son *Singad* (Welch *et al.*, 1989), WinSINGAD (Hoppe *et al.*, 2006) y Sing y See (Wilson *et al.*, 2008), todos ellos enfocados al ámbito del canto. Además, en lo que a modelos de entonación respecta, los anteriormente citados *InTune* y *Cantus* toman como referencia los intervalos que se derivan del sistema de ET, mientras que en el caso de *Intonia* es posible elegir entre tres sistemas de referencia: el sistema puro, el de ET, y el pitagórico.

El uso de notas pedales de acompañamiento para trabajar la entonación es también una práctica común en el ámbito instrumental. Así pues, autores como Curry (2011) sugieren incluso un estudio por parejas, en el que un individuo toca la nota pedal, mientras que el otro toca el pasaje o escala correspondiente. Asimismo, Watkins (2004) habla de las bondades de emplear notas pedales para trabajar la entonación, afirmando que de este modo los estudiantes adquieren mayor consciencia de la variedad tanto de consonancias como de disonancias. Por otra parte, Zabanal (2019) investigó el efecto que tienen notas pedales de acompañamiento en la entonación de 28 violinistas y violistas del ámbito de la Educación Secundaria que fueron agrupados en base a edad y a años de experiencia con el instrumento. Tras la aplicación de un diseño pretest-postest, no se encontraron diferencias entre los resultados obtenidos en el pretest y el postest, si bien se encontraron ciertas diferencias en función de la edad de los participantes. En cambio, los años de experiencia no se tradujeron en diferencias de relevancia. Estos resultados se corresponden en cierto modo con Laux (2015), donde también se investigaron los efectos del uso de notas pedales para trabajar la entonación con estudiantes principiantes de violín y viola, llegando a la conclusión –tras la aplicación de un diseño pretest-postest– de que dicho uso de notas pedales no se tradujo en mejora de la capacidad de entonación de los participantes. En cuanto a modelos de entonación, cabe resaltar que Watkins (2004) aboga sin fisuras por el uso del afinador convencional o, lo que es lo mismo, por el sistema de ET. Asimismo, en Zabanal (2019) no sólo se empleó una nota pedal afinada conforme al ET, sino que también se afinaron conforme a dicho sistema las cuerdas de los instrumentos de los participantes. En Curry (2011), en cambio, no se hace mención a un sistema de afinación concreto.

Por otra parte, en el campo de la psicoacústica aplicada al violín, el ET parece ser también el modelo de entonación. A este respecto, cabría destacar a Hopkins (2015), quien a partir de una muestra de 46 estudiantes de violín exploró la relación entre la percepción de la altura y la habilidad para afinar las cuerdas del instrumento. Las alturas de referencia empleadas por Hopkins se ajustan claramente a las proporciones que se derivan del ET. Por otra parte, en Pardue y McPherson (2019) también se recurre al ET para sustentar tres métodos de *feedback* en tiempo real enfocados a mejorar la entonación y discriminación de alturas de violinistas principiantes.

No obstante, hay autores que han puesto de relieve la naturaleza no temperada del violín (Barbieri y Mangsen, 1991; Kanno, 2003; Duffin, 2007; Detisov, 2010), enfatizando las diferencias de afinación y entonación existentes entre los instrumentos de cuerda frotada e instrumentos temperados como el piano o la guitarra. Tales diferencias son patentes en la propia afinación de las cuerdas del instrumento, las cuales han de formar, una vez afinadas, tres quintas puras sucesivas: “Sol3” – “Re4”, “Re4” – “La4” y “La4” – “Mi5” (Figura 1).

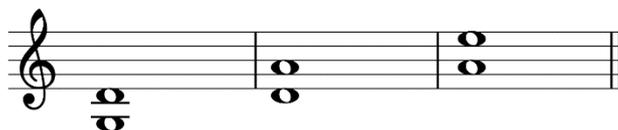


Figura 1. Quintas formadas por las cuerdas al aire del violín

Al hablar de quintas puras, hablamos de quintas que obedecen a una ratio de pureza acústica derivado, a su vez, del fenómeno físico-acústico que ha constituido la base de la armonía occidental durante siglos: la serie armónica. Es por ello que las quintas del violín difieren de las de, por ejemplo, cualquier piano afinado conforme al ET –estos son una inmensa y abrumadora mayoría–, ya que estas últimas están temperadas, es decir, alteradas con respecto a las proporciones naturales que se derivan de la antedicha serie armónica (Duffin, 2007). A este respecto, el violinista y pedagogo Otakar Ševčík (1922) afirmaba que, si bien se puede afinar con tres quintas perfectas sucesivas del círculo de quintas, la diferencia entre ellas y sus homólogas es más acusada en el violín.

En base a lo anterior, no es de extrañar la existencia de particularidades y problemáticas de entonación únicas en el ámbito del violín; si bien es cierto que, tanto la viola como el violonchelo, parten de un paradigma similar. Una de estas particularidades, también mencionada por Ševčík (1922), es la necesidad de producir de forma diferente las distintas notas que forman una escala, dependiendo de si ésta tiene como referencia una cuerda inferior o una superior. En otras palabras, el “mi” que precisa en el violín una tonalidad como, por ejemplo, Sol Mayor no es el mismo (o no tiene por qué ser el mismo) que el que se precisa en la tonalidad de La Mayor.

Otra singularidad derivada de la afinación no temperada de las cuerdas del violín se circunscribe al tamaño de los semitonos, los cuales son uniformes en el ámbito de los instrumentos temperados y disformes en el caso de la cuerda. Así pues, en el violín podemos hablar de dos tipos de semitono: el semitono diatónico –el que hay entre, por ejemplo, “La” y “Sib”– y el cromático –el existente entre, por ejemplo, “La” y “La#”–, siendo el primer semitono mayor en tamaño que el segundo. De esto se desprenden dos ideas: la primera, que en el violín existen más de doce notas por octava; y la segunda, que las notas con bemol son ligeramente más agudas que las acompañadas con sostenido, algo que confirma la propia física, pues en la serie armónica, la ratio del que se deriva el semitono cromático es de 135:128, mientras que el de su homólogo diatónico es de 16:15.

No son pocas las evidencias del uso de ambos tipos de semitono en el violín a lo largo de la Historia. Si bien, dicho uso se extendía también a otros instrumentos como la voz o la flauta, tal y como parece indicar lo escrito en 1723 por el italiano Pietro Tosi –autor de *Opinioni de' Cantori Antichi e Moderni*, uno de los tratados de canto más influyentes del siglo XVIII– y en 1752 por Joachim Quantz, flautista virtuoso y teórico alemán de gran relevancia en su tiempo (Duffin, 2007). En el caso del violín, el tratadista inglés Peter Prellieur no deja lugar a mucha duda

en su tratado *The Modern Musick-Master* (1738), donde muestra de forma gráfica la localización de las distintas notas a lo largo del diapasón del instrumento, pudiéndose apreciar claramente que notas como “Sol#” o “Re#” están por debajo de “Lab” o de “Mib” (Figura 2).

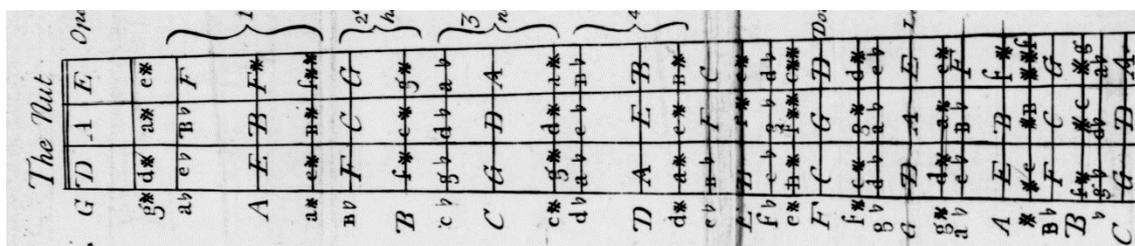


Figura 2. Localización de notas en diapasón de violín en *The Modern Musick-Master*

Asimismo, el tratado de violín publicado en 1756 por Leopold Mozart (*Versuch einer gründlichen Violinschule*) indica sin fisuras que, según las ratios justas, “Reb ” es ligeramente más agudo que “Do#”, “Lab ” más agudo que “Sol#”, etc. (Mozart, 1756; Duffin, 2007). De forma similar, el violinista francés Pierre Baillot afirma en *L'art du violon* (1835) que, si bien sostenidos y bemoles son lo mismo en el ámbito de los instrumentos de teclado, en el violín son diferentes tanto en digitación como en carácter.

Sin perjuicio de lo anterior, lo cierto es que a medida que avanza el siglo XIX, las referencias a los distintos sistemas de afinación posibles en el ámbito del violín disminuyen hasta prácticamente desaparecer de la literatura en el siglo XX, si bien existen autores de la época que abordan el tema. En este sentido, cabe destacar lo expuesto por Galamian (1962), quien en referencia al “tipo de afinación que debe usarse” habla de afinación “temperada” y de afinación “natural”. A este respecto, es interesante recordar cómo el anteriormente citado Ševčík (1922), por ejemplo, hablaba de “posición temperada” en el marco del sistema de afinación pura, y no en el marco del ET, tal y como podría parecer en primera instancia. En cualquier caso, no son pocos los grandes violinistas que han usado, en la medida de lo posible, el sistema de afinación pura o justa. En este sentido, destacan figuras como Tartini (1754) o Joachim (1905), ambos tan relevantes como dispares y con una confesa predilección por los intervalos basados en las ratios que se derivan de la serie armónica. Aun así, la omnipresencia del ET –un sistema en el que todos los intervalos, salvo la octava, se desvían en mayor o menor medida de la pureza acústica derivada de las ratios de la serie armónica– es a día de hoy un hecho indiscutible; un hecho cuyas repercusiones en la capacidad de entonación de los estudiantes de violín sería interesante investigar.

## 2. Objetivos y preguntas de investigación

Partiendo de la entonación como un hecho físico, medible y observable, pensamos que no sólo es posible medir la capacidad de entonación, sino que también es factible determinar si dicha capacidad varía en función del sistema de afinación en el que se enmarque. De aquí se desprenden las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué sistema tienden a usar los violinistas?, ¿a qué motivos puede deberse la inclinación hacia un sistema u otro?, ¿es un hecho consciente la inclinación hacia un sistema u otro? Así, a partir de ellas, diseñamos el objetivo principal del presente trabajo:

- Determinar el impacto del ET en la capacidad de entonación de las personas investigadas.

Dicho objetivo principal se alcanza a través de varios objetivos específicos que se plantean a continuación:

- Analizar la capacidad de entonación de las personas investigadas tanto en el marco del sistema de afinación pura o justa como en el sistema de ET.
- Establecer las tonalidades a las que tienden a afinar mejor de las personas investigadas en uno y otro sistema.
- Determinar el sistema de afinación, puro o temperado, en base al cual tienden a afinar las personas investigadas.
- Analizar la relación entre la variable Sexo y la Variable Capacidad de Entonación en sus dos dimensiones (Capacidad de Entonación en el sistema puro, y Capacidad de Entonación en el sistema ET).
- Analizar la relación entre la variable Nivel Académico y la Variable Capacidad de Entonación en sus dos dimensiones (Capacidad de Entonación en el sistema puro, y Capacidad de Entonación en el sistema ET).
- Sugerir propuestas de mejora en relación a la entonación en el ámbito del violín.

### **3. Método**

#### **3.1. Enfoque y alcance de la investigación**

Dada la relativa escasez de literatura pedagógico-científica relativa al impacto del ET en la práctica del violín, se presenta un estudio que contará con un alcance del tipo exploratorio. Aun así, no se renuncia a arrojar luz nueva sobre una problemática de carácter general –la entonación en el ámbito del violín– normalmente abordada desde un punto de vista puramente mecánico, obviando así su fundamento físico y teórico. Se trata de un diseño no experimental cuantitativo, de tipo transversal exploratorio y descriptivo donde se mide y recoge información relativa a una variable con el objetivo de detallar características y establecer patrones o tendencias.

#### **3.2. Participantes: justificación de la muestra**

Nuestro trabajo se enmarca en un contexto de educación formal dentro de las Enseñanzas Artísticas de Régimen Especial entre las que se encuentran los estudios musicales.

El estudio se ha llevado a cabo en una muestra formada por alumnado que cursa estudios de violín en dos conservatorios ubicados respectivamente en las poblaciones de Mérida y Badajoz, en la Comunidad Autónoma de Extremadura. En la investigación, se ha utilizado un muestreo voluntario (McMillan y Schumacher, 2010) en el que el alumnado ha participado de forma anónima; no probabilístico por conveniencia debido a la accesibilidad de los centros educativos y de tipo incidental aprovechando que el alumnado que forma la muestra está a nuestro alcance (Hernández, 2014).

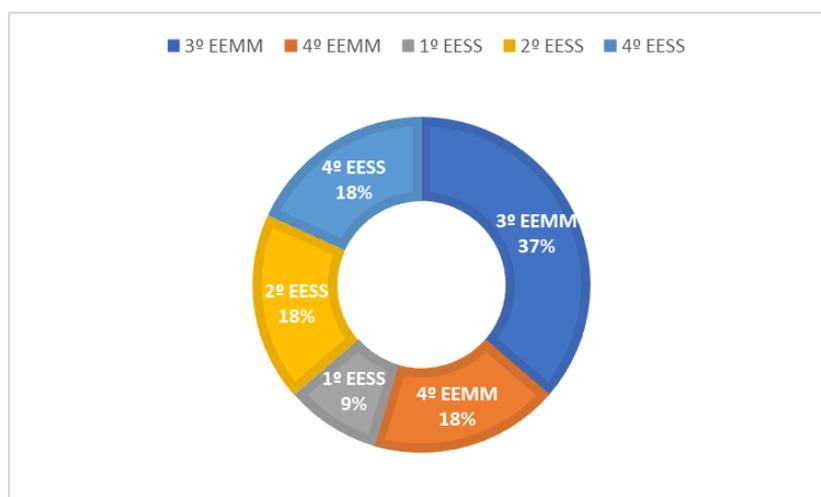
Conforman la muestra un total de 11 participantes que cursan Enseñanzas de Régimen Especial en conservatorios de la provincia de Badajoz, distribuidos de la siguiente manera: 5 en el Conservatorio Profesional de Mérida y 6 en el Conservatorio Superior de Badajoz. Están matriculados en cursos que van desde 3º de Enseñanzas Profesionales (en adelante, EEMM) a 4º

de Enseñanzas Superiores de Música (en adelante, EESS). Del total de estudiantes, 3 pertenecen al sexo masculino y 8 al sexo femenino (Tabla 1). Consideramos que los agrupamientos son heterogéneos no afectando a la validez interna.

**Tabla 1.** Distribución por género

	Frecuencia	Porcentaje
Alumnos	3	27,28%
Alumnas	8	72,72%
Total	11	100%

Atendiendo al nivel académico, el 36,36% pertenece al tercer curso de EEMM y el 18,18% al cuarto curso; un 9,10% está en primer curso de EESS; mientras que el 18,18% cursa segundo y un 18,18% es estudiante de cuarto (Figura 3).



**Figura 3.** Composición de la muestra por nivel académico

### 3.3. Definición de las variables de la investigación

En este estudio, tendremos en cuenta variables de tipo sociodemográfico como son el “Sexo” y el “Nivel académico”. Asimismo, se tiene en cuenta la variable “Capacidad de Entonación”, entendida esta como la habilidad de un sujeto de producir alturas que se ajustan a los parámetros de un sistema de afinación determinado. Por otro lado, en lo que respecta a la variable “Capacidad de Entonación”, se tendrán en cuenta dos dimensiones: Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema puro o justo” y Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema ET”.

### 3.4. Instrumentos y recogida de datos

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó un pequeño tema melódico en Sol Mayor creado *ex profeso* (Figura 4) y que se transportó a treinta tonalidades (Tabla 3). De este modo, se obtuvieron un total de 90 compases a los que se añadieron otros 6 a modo de coda. Dicha coda (Figura 5) es una suerte de re-exposición del pequeño tema melódico en Sol Mayor,

solo que una octava por encima y con una variación que conduce al final de la pieza, que suma un total de 96 compases (Anexo I).

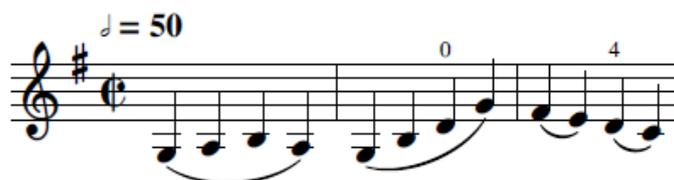


Figura 4. Tema melódico utilizado en su versión de Sol Mayor



Figura 5. Coda en Sol Mayor con la que finaliza el ejercicio

Establecido el ejercicio a ejecutar, se pidió a cada uno de los 11 violinistas que conforman la muestra su interpretación a primera vista (previa afinación las cuerdas del instrumento por quintas puras). Las ejecuciones fueron grabadas a través del programa informático *Intonia*, un *software* que permite, además, visualizar de forma gráfica la entonación de los participantes, pudiéndose determinar el grado en el que las notas producidas por éstos se ajustan a un sistema de afinación y a una nota de referencia concretos. En el marco de este trabajo, los sistemas de afinación contemplados fueron el sistema de afinación pura o justa, y el sistema de ET, mientras que la nota de referencia para ambos sistemas fue “La” = 442Hz.

El grado de ajuste de cada nota al sistema puro o de ET se determinó mediante un sistema de colores que aporta el propio programa informático, que muestra la ubicación y duración de las distintas alturas en un gráfico elaborado conforme a las proporciones y nota de referencia del sistema de afinación seleccionado. Así pues, las alturas que aparecen en color rojo indican que estas están por encima de su posición correcta en el marco de un sistema en cuestión; aquellas en color azul indican que están por debajo; y las alturas en blanco indican que estas son correctas. Ante alturas multicolores y con fluctuaciones debidas o bien a cambios de presión del arco sobre la cuerda, o bien a correcciones instantáneas realizadas por parte del sujeto, se optó por tener únicamente en cuenta el color predominante. Partiendo de dicho sistema de colores, el investigador ha calculado el porcentaje de notas correctas en el marco de un sistema de afinación concreto. Este porcentaje se ha computado para cada una de las tonalidades a las que se ha transportado el tema melódico anteriormente citado, así como también para la totalidad del ejercicio. Además, dicho cómputo se realizó respectivamente en el marco del sistema de afinación pura o justa y en el de ET. Por otra parte, cabe resaltar el notable grado de fiabilidad y objetividad *Intonia* a la hora de medir la variable Capacidad de Entonación, constituyendo ambas cualidades el motivo principal de elección de este programa informático.

Con respecto a las propiedades métricas del instrumento, se ha calculado la fiabilidad como consistencia interna a través del método de covariación de los ítems mediante la utilización del coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.74, lo que significa que la fiabilidad de la medida de la capacidad del alumnado es aceptable.

**Tabla 2.** Coeficiente Alfa de Cronbach

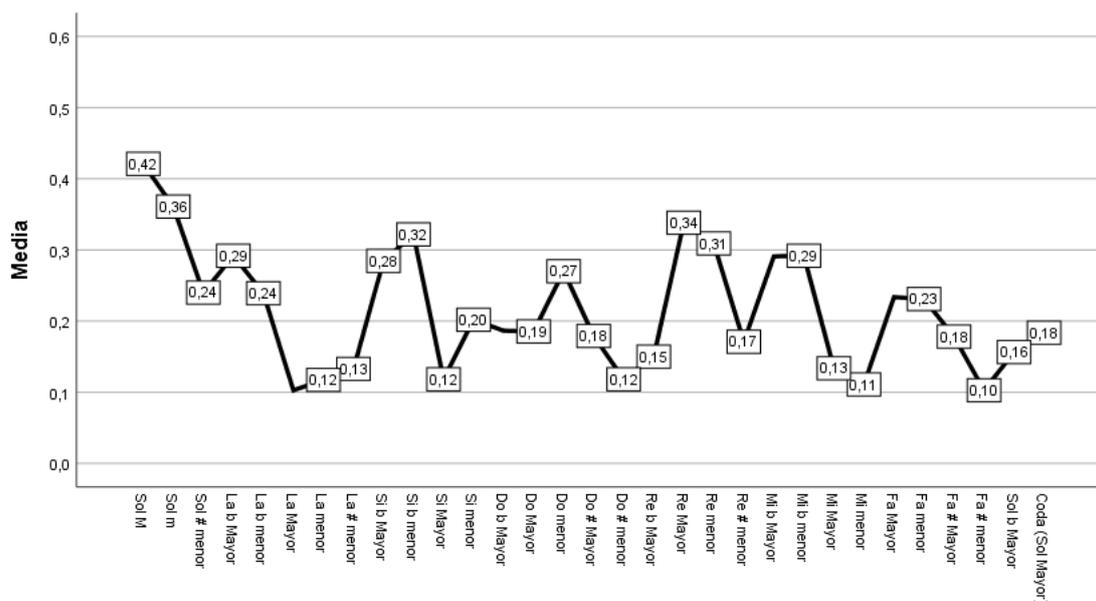
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,744	,956	11

Se ha llevado a cabo un análisis descriptivo para detallar y caracterizar las variables relacionadas con los Aspectos Sociodemográficos de la muestra y con su Capacidad de Entonación. Y, para el tratamiento estadístico de los datos, se ha utilizado software de análisis estadístico *IBM SPSS Statistics 25* y *Microsoft Office Excel 2021*.

#### 4. Análisis de los resultados

##### 4.1. Capacidad de entonación en el marco del sistema puro o justo en función de las distintas tonalidades, así como en el sistema de ET

En primer lugar, se presenta el gráfico correspondiente a la Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema puro o justo”. En él, se pueden observar las puntuaciones medias de entonación obtenidas en cada una de las tonalidades medidas.



**Figura 6.** Medida de Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema puro o justo con medias”

Se observa que las tonalidades con mejor entonación son Sol Mayor (0.42), seguidas de sol menor (0.36), Re Mayor (0.34), si bemol menor (0.32) y re menor (0.31). Las tonalidades con peores valores referentes a la entonación corresponden a fa# menor (0.10), mi menor (0.11), La Mayor, Si Mayor y Do# Mayor (0.12).

En cuanto a la Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema ET”, en función de las distintas tonalidades obtenemos los siguientes resultados:

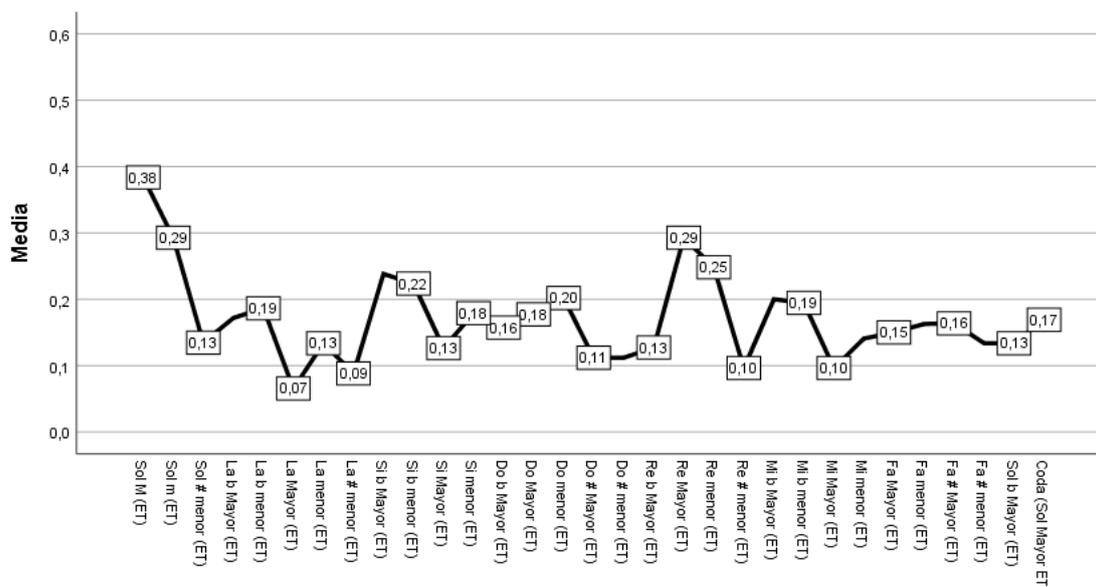


Figura 7. Medida de Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema ET con medias”

Podemos comprobar que las tonalidades mejor afinadas son Sol Mayor (0.38), sol menor (0.29), Re Mayor (0.29) y re menor (0.25). Las peores corresponden a La Mayor (0.07), la# menor (0.09), re# menor y Mi Mayor (0.10).

#### 4.2. Tonalidades a las que se tiende a afinar mejor en ambos sistemas de afinación (puro/ET)

A continuación, se muestra una gráfica (Figura 8) en la que se superpone la Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema puro o justo” (color rojo) a la Dimensión “Capacidad de entonación en el sistema ET” (color morado).

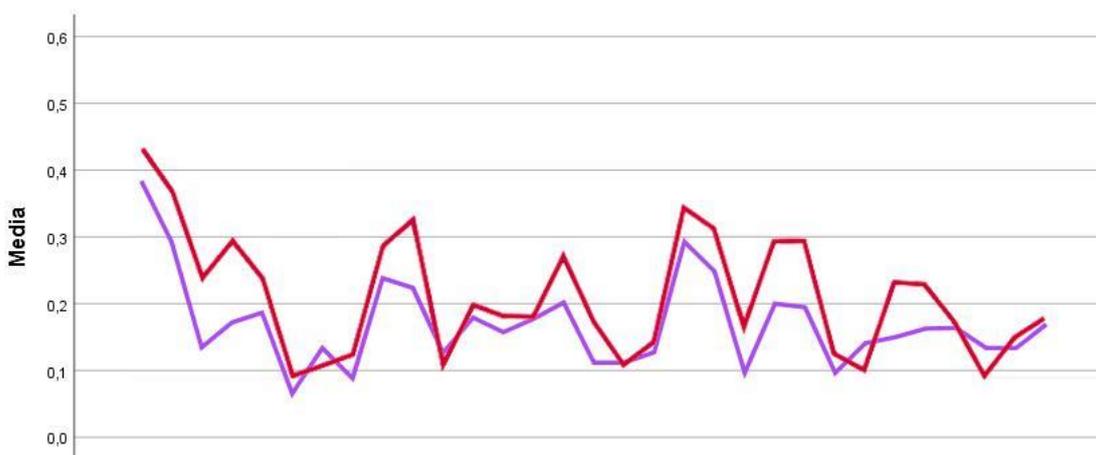


Figura 8. Superposición de Dimensiones

Tal y como puede observarse, las dimensiones anteriormente citadas dibujan patrones similares, si bien los resultados de la Dimensión pura son visiblemente mejores que los de la temperada. Aun así, pueden percibirse algunos cruces puntuales que reflejan los momentos en los que los resultados de la Dimensión temperada son mejores que los de la Dimensión pura.

Partiendo de la gráfica anterior, establecemos también un ranking de tonalidades ordenadas, por una parte, según la tendencia de entonación por parte de los sujetos, y, por otra, en base al sistema de afinación en el que se observa dicha tendencia. Así pues, se ofrece una Tabla 3 donde se pueden apreciar las tonalidades en las que mejor se tiende a afinar. Si fijamos la atención en las diez primeras posiciones, podemos observar cómo las tonalidades difieren a partir del cuarto puesto. En las tres primeras posiciones, no obstante, la concurrencia es plena.

**Tabla 3.** Clasificación de tonalidades

Nº	Tonalidad Pura	Media	Tonalidad Temperada	Media
01	Sol Mayor	0,42	Sol Mayor ET	0,38
02	sol menor	0,36	sol menor ET	0,29
03	Re Mayor	0,34	Re Mayor ET	0,29
04	si b menor	0,32	re menor ET	0,25
05	re menor	0,31	Si b Mayor ET	0,24
06	La b Mayor	0,29	si b menor ET	0,22
07	Mi b Mayor	0,29	do menor ET	0,20
08	mi b menor	0,29	Mi b Mayor ET	0,20
09	Si b Mayor	0,28	la b menor ET	0,19
10	do menor	0,27	Mi b menor ET	0,19
11	sol# menor	0,24	si menor ET	0,18
12	la b menor	0,24	Do Mayor ET	0,18
13	Fa Mayor	0,23	La b Mayor ET	0,17
14	fa menor	0,23	Coda Sol Mayor ET	0,17
15	si menor	0,20	Do b Mayor ET	0,16
16	Do b Mayor	0,19	fa menor ET	0,16
17	Do Mayor	0,19	Fa# Mayor ET	0,16
18	Do# Mayor	0,18	Fa Mayor ET	0,15
19	Fa# Mayor	0,18	mi menor ET	0,14
20	Coda Sol Mayor	0,18	sol# menor ET	0,13
21	re# menor	0,17	la menor ET	0,13
22	Sol b Mayor	0,16	Si Mayor ET	0,13
23	Re b Mayor	0,15	Re b Mayor ET	0,13
24	la# menor	0,13	fa# menor ET	0,13
25	Mi Mayor	0,13	Sol b Mayor ET	0,13
26	la menor	0,12	Do# Mayor ET	0,11
27	Si Mayor	0,12	do# menor ET	0,11

28	do# menor	0,12	re# menor ET	0,10
29	mi menor	0,11	Mi Mayor ET	0,10
30	La Mayor	0,10	la# menor ET	0,09
31	fa # menor	0,10	La Mayor ET	0,07

En la Tabla 3, se observa cómo las tonalidades de do# menor, mi menor, La Mayor y fa# menor son las peor afinadas en el sistema puro; mientras que re # menor, Mi Mayor, la# menor y La Mayor son las peor afinadas en el sistema ET.

#### 4.3. Sistema de afinación en base al que tiende la capacidad de los sujetos

Presentamos en el siguiente gráfico (Figura 9) la capacidad de entonación de las 11 personas que conformaban la muestra en ambos sistemas (Puro y ET) viendo la tendencia de la totalidad a afinar mejor en el sistema puro. Es, por ello, que consideramos el sistema de afinación Puro como el dominante.

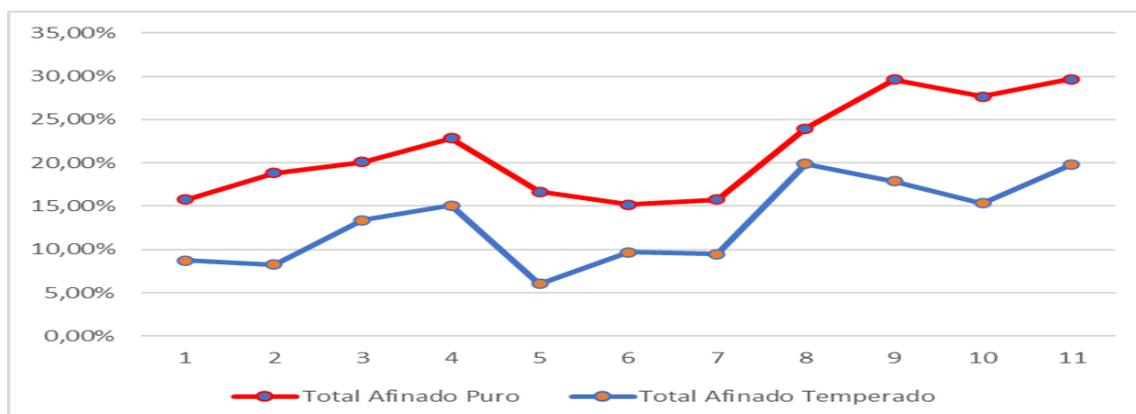


Figura 9. Capacidad de entonación de cada uno de los sujetos

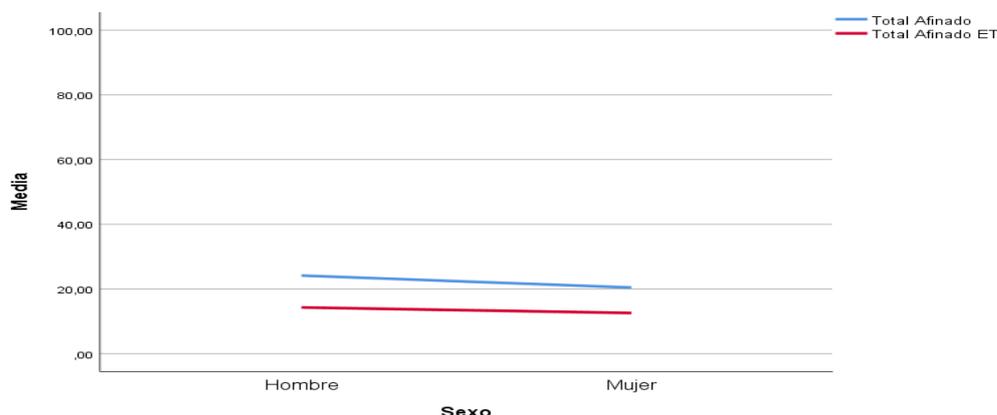
Como se observa, la totalidad de los participantes obtienen mejores resultados de entonación en el sistema Puro, existiendo diferencias significativas en todos ellos frente al sistema ET.

#### 4.4. Tendencia de la variable Sexo con la capacidad de entonación en ambos sistemas de afinación

A continuación, se representa en el gráfico la relación de la variable Sexo con el Promedio de la Dimensión “Entonación pura” de los/as participantes en la muestra. En ella, vemos que la gráfica tiende a disminuir levemente en el caso de las mujeres. Como implicación de este resultado podemos afirmar que los hombres afinan ligeramente mejor con una media de 24,15% frente al 20,44% del sexo femenino.

En el mismo gráfico y en color azul, se puede observar la tendencia de la relación que se da entre la variable Sexo y el Promedio de la Dimensión “Entonación Temperada”. Comprobamos que los datos son muy similares a los de la tendencia presentada anteriormente. No encontramos

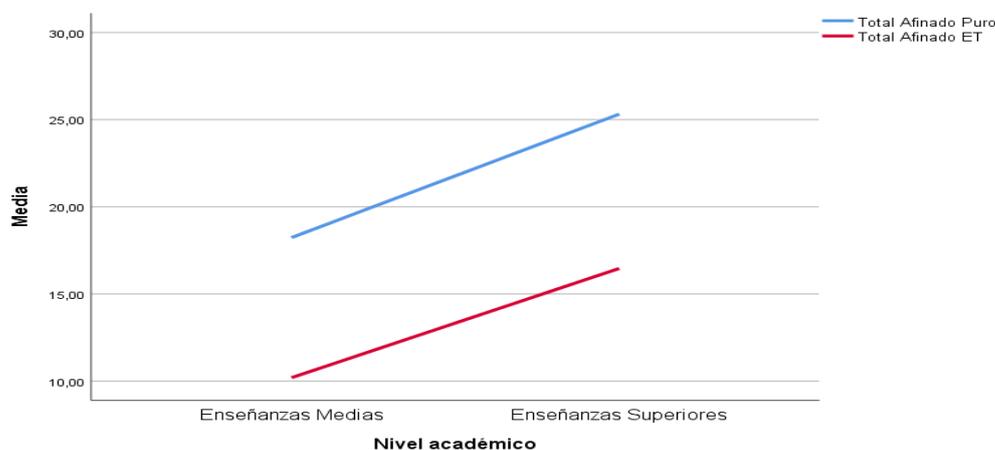
diferencias significativas entre los resultados de los hombres (14,29%) frente a los de las mujeres (12,58%).



**Figura 10.** Relación entre la variable Sexo y el promedio de la Dimensión “Entonación Pura”

La tendencia observada en los dos resultados obtenidos en ambas dimensiones da una ligera diferencia a favor del sexo masculino en cuanto al promedio de entonación, siendo esta diferencia menos significativa aún en el sistema ET.

Por último, se presenta una representación gráfica en la que mostrar la tendencia de la relación entre la variable Nivel académico del alumnado con su promedio de entonación. En este sentido, y tal y como quizás cabría esperar, la capacidad media de entonación en ambos sistemas tiende a aumentar a medida que se asciende de curso académico. Además, no deja de ser interesante cómo la brecha entre los dos sistemas de afinación tratados se mantiene prácticamente igual a medida que el nivel académico del alumnado aumenta.



**Figura 11.** Relación entre la variable Nivel académico y el promedio de entonación en ambos sistemas

## 5. Discusión y conclusiones

Se discuten los resultados obtenidos en el estudio realizado que trataba de responder a las siguientes preguntas: ¿Qué sistema de afinación tienden a usar los violinistas?, ¿a qué motivos puede deberse la inclinación hacia un sistema u otro?, ¿es un hecho consciente la inclinación hacia uno u otro sistema?

Con respecto al objetivo principal del presente estudio (“Determinar el impacto del ET en la capacidad de entonación de los sujetos”), se ha observado que la capacidad de entonación de cada uno de los sujetos, sin excepción, obtiene mejores resultados en el marco del sistema de afinación pura o justa. Estas puntuaciones, se corresponden con lo expresado por Duffin (2007) y Detisov (2010), quienes han subrayado la naturaleza no temperada del violín. Por el contrario, dichas puntuaciones parecen diferir significativamente del modelo de entonación igualmente temperada que proponen Fernández-Barros *et al.* (2020), Pérez (2000) o Gallardo (2007). En este sentido, podría inferirse que el uso del afinador estándar —temperado— como modelo de entonación para violinistas en formación tiene una utilidad muy limitada dadas las cualidades no temperadas del instrumento; unas cualidades que, en vista de los resultados obtenidos, parecen influir en cierto modo en la capacidad de entonación del estudiante, escorándola hacia el sistema puro.

En relación al primer objetivo específico planteado (“Analizar la capacidad de entonación de los sujetos tanto en el marco del sistema de afinación pura o justa como en el sistema de ET”), los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que, si bien la capacidad de entonación de cada uno de los sujetos es mayor en el ámbito del sistema puro, en el ET dicha capacidad tiene un comportamiento similar. Es decir, parece observarse cierta semejanza entre las dos dimensiones de la variable Capacidad de Entonación. Estos resultados son llamativos, especialmente teniendo en cuenta la incompatibilidad que existe a nivel físico entre los sistemas de afinación puro y ET (Duffin, 2007). Una explicación a estos resultados podría ser la falta de un criterio de entonación definido en los sujetos, quienes habrían afinado cada nota de forma puramente intuitiva, lo cual explicaría que unas notas estuvieran aleatoriamente afinadas con respecto a un sistema u otro.

En lo que respecta al segundo objetivo específico planteado (“Establecer las tonalidades a las que tienden a afinar mejor los sujetos en uno y otro sistema”), cabría destacar la coincidencia de Sol Mayor, sol menor y Re Mayor como tonalidades mejor afinadas tanto en el sistema puro como en el ET. Dicha coincidencia no parece ser casual, especialmente teniendo en cuenta que tanto Sol (mayor y menor) como Re (mayor y menor) no sólo son tonalidades muy habituales en el repertorio de violín, sino que también están entre las primeras tonalidades que se aprenden en dicho instrumento. En este sentido, puede observarse cómo re menor, si bien su posición difiere de un sistema a otro, se sitúa en ambos casos en los primeros cinco puestos (Tabla 3). Aun así, son de obligada mención los malos resultados obtenidos en otras tonalidades de uso frecuente en el repertorio artístico y didáctico para violín. En este sentido, resulta sorprendente que La Mayor, la menor, Mi mayor y mi menor estén entre las tonalidades peor afinadas tanto en el sistema puro como en el de ET. Esta suerte de anomalía podría adscribirse al elemento de presión añadida que implica la lectura a primera vista, lo cual puede resultar en un decaimiento del rendimiento del instrumentista.

En lo que concierne al tercer objetivo específico (“Determinar el sistema de afinación, puro o ET, en base al cual tienden a afinar los sujetos”), los resultados ponen de manifiesto una clara tendencia a afinar conforme a los parámetros del sistema de afinación pura o justa, tal y como podría esperarse en base a lo sugerido por los antedichos Duffin (2007) y Detisov (2010).

Por otro lado, en lo referente a la variable sexo, no se han encontrado diferencias significativas. Del mismo modo, en cuanto al nivel académico de los participantes, se observa que a medida que éste aumenta también lo hace la capacidad de entonación. Esto podría deberse a varios factores, entre los que estarían las exigencias del repertorio, cuya complejidad suele aumentar a medida que se avanza de curso o la maduración técnica general que suele llevar

aparejada un mayor nivel académico. No obstante, no debemos perder de vista que la muestra que ha participado en el estudio no es elevada y el porcentaje entre ambos sexos desigual, por lo que es necesario seguir investigando en esta línea.

Así pues, del análisis de los resultados se concluye que, en el ámbito del violín, podría existir una tendencia a emplear el sistema de afinación pura o justa. En base a esta conclusión, podría afirmarse que la naturaleza del instrumento en cierto modo invita a afinar de manera pura o, al menos, invita a no hacerlo de forma temperada cuando se toca solo o con otros instrumentos de cuerda frotada. No obstante, en la muestra empleada no parece existir una diferenciación clara entre el empleo de uno y otro sistema, si bien existe, como ya se ha dicho, una tendencia a afinar de forma pura. Dicha tendencia se ve reforzada por el hecho de que el margen para afinar una nota en el sistema puro es sustancialmente menor que en el ET. La razón de dicha diferencia radica en la división de la octava que contemplan uno y otro sistema; así pues, en el sistema puro (aplicado al violín) la octava puede dividirse en un mínimo de 17 partes o notas y en el sistema ET, por el contrario, hay un máximo de 12 partes.

Ante la dificultad de encontrar estudios similares que se centraran en aspectos concretos tratados en nuestro estudio, como es el impacto de los distintos sistemas de afinación que conviven en el ámbito de la práctica violinística, consideramos interesantes los datos que aporta este trabajo, que presenta, además, cierta correspondencia con la literatura histórica relacionada con la práctica violinística. Es, por ello, que cabría sugerir ciertas propuestas de mejora en relación a la entonación en el ámbito educativo, más concretamente, en el ámbito del violín. Así pues, en base a los resultados obtenidos proponemos que el trabajo de la entonación en el ámbito académico parta de las bases de un sistema de afinación concreto y definido. En este sentido, nos atreveríamos a sugerir el puro sin perjuicio de que los fundamentos de dicho sistema puedan ser alterados puntualmente y en función de las circunstancias, por ejemplo, al tocar acompañado de un piano. Por otra parte, parece necesario familiarizar al alumnado con el mayor número de tonalidades y escalas posibles.

Para finalizar, se presentan algunas limitaciones y futuras líneas de investigación. Así pues, consideramos que este trabajo exploratorio podría servir como punto de partida a nuevos estudios que busquen conocer otros sistemas de afinación posibles en el violín (véanse el pitagórico o el mesotónico), así como presencia de dichos sistemas en la práctica violinística actual. Asimismo, cabría preguntarse hasta qué punto la tendencia a usar un sistema de afinación u otro es un hecho consciente o inconsciente, así como también cabría investigar si dicha tendencia está o no mediatizada por el contexto musical que rodea a un individuo.

## Referencias

- Agin, J. (2021). *Intonia: Intonation Tool and Pitch Recorder*. <http://intonia.com/index.shtml>
- Baillot, P. (1834). *L'art du violon*. Mayence et Anvers.
- Barbieri, P. y Mangsen, S. (1991). Violin Intonation: A Historical Survey. *Early Music*, 19(1), 69-88. <http://www.jstor.org/stable/3127954>
- Bergonzi, L. (1997). Effects of finger markers and harmonic context on performance of beginning string students. *Journal of Research in Music Education*, 45(2), 197-211. <https://doi.org/10.2307/3345580>

- Curry, N. (2011). Dr. Nick's steps to practicing intonation on a string instrument. *American String Teacher*, 61(4), 94-95. <https://doi.org/10.1177/000313131106100421>
- Detisov, A. (2010). El secreto de la afinación en el violín. *Quodlibet: Revista de Especialización Musical*, 48, 47-56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3620471>
- Duffin, R. (2007). *How Equal Temperament ruined harmony (and why you should care)*. Norton & CO.
- Fernández Barros, A., Viladot, L. y Duran, D. (2020). Oídos a pares. Un proyecto de tutoría entre iguales para el desarrollo de la afinación y la percepción auditiva en el alumnado de violín y viola. *Revista Electrónica de LEEME*, 45, 1-16. <https://doi.org/10.7203/leeme.45.16062>
- Galamian, I. (1962). *Principles of Violin Playing and Teaching*. Prentice-Hall, Inc.
- Gallardo, L. (2007). *La "Pirámide de Afinación". Aplicación práctica y validación experimental de un protocolo de trabajo en el contexto del sistema público de Enseñanzas Superiores Artísticas de Andalucía para la formación de profesorado en la especialidad de violín*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/handle/10396/2078>
- Geringer, J.M., Macleod, R.B. y Ellis, J. (2013). A Descriptive Analysis of Performance Models' Intonation in a Recorded Excerpt from Suzuki Violin School Volume I. *String Research Journal*, 4, 71-87. <https://doi.org/10.1177/194849921300400405>
- Geringer, J.M., MacLeod, R.B. y Sasanfar, J.K. (2015). In Tune or Out of Tune: Are Different Instruments and Voice Heard Differently? *Journal of Research in Music Education*, 63(1), 89-101. <http://www.jstor.org/stable/43900281>
- Green, E.A.H. (2010). *Teaching Stringed Instruments in Class*. American String Teachers Association.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hopkins, M. (2015). Eighth-Grade Violinists' Instrument Tuning Ability: A Comparison of Pitch Perception and Tuning Accuracy. *Journal of Research in Music Education*, 63(3), 349-368. <http://www.jstor.org/stable/43900303>
- Hoppe, D., Sadakata, M. y Desain, P. (2006). Development of real-time visual feedback assistance in singing training: a review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 308-316. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00178.x>
- Hoppenot, D. (1991). *El violín interior*. Real Musical.
- Jansen van Vuuren, C. (2016). *A structured comparison between the Suzuki and Colourstrings violin methods with critical reference to the teaching of notation reading skills*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Pretoria. <http://hdl.handle.net/2263/57187>
- Joachim, J. y Moser, A. (1905). *Violinschule*. N. Simrock.
- Kanno, M. (2003). Thoughts on how to play in tune: pitch and intonation. *Contemporary Music Review*, 22(1-2), 231-254. <https://doi.org/10.1080/0749446032000134733>

- Laux, C. C. Jr. (2015). *The effect of a tonic drone accompaniment on the pitch accuracy of scales played by beginner violin and viola students*. [Tesis Doctoral]. Universidad Estatal de Ohio. [https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws\\_olink/r/1501/10](https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_olink/r/1501/10)
- Lim, K. y Raphael, C. (2010). InTune: A System to Support an Instrumentalist's Visualization of Intonation. *Computer Music Journal*, 34, 45-55. [http://dx.doi.org/10.1162/COMJ\\_a\\_00005](http://dx.doi.org/10.1162/COMJ_a_00005)
- Macián-González, R. y Tejada, J. (2018). Problemas técnicos en iniciación al violín: un estudio exploratorio en el aula con alumnos de 4 y 5 años. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 15, 119-138. <http://dx.doi.org/10.5209/RECIEM.59576>
- McMillan, J.H. y Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-based Inquiry*. Pearson.
- Moya, L. (2018). El aprendizaje del violín en el siglo XX: un estudio comparativo de los métodos Suzuki, Rolland y Colourstrings. *Revista Electrónica de LEEME*, 41, 35-51. <https://doi.org/10.7203/LEEME.41.10827>
- Mozart, L. (1756). *Versuch einer gründlichen Violinschule*. Johann Jacob Lotter.
- Pardue, L.S. y McPherson, A. (2019). Real-time aural and visual feedback for improving violin intonation. *Frontiers in Psychology*, 10(627), 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00627>
- Pérez, T. (2000). La afinación correcta de los sonidos en el violín. *Revista de La Lista Electrónica Europea de Música en La Educación*, 5, 1-5. <https://doi.org/10.7203/LEEME.5.9709>
- Pérez, T. (2002). *Análisis acústico de la afinación de intervalos melódicos simples en la enseñanza del violín de grado elemental*. [Tesis Doctoral]. Universidad de las palmas de Gran Canaria. <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/61124>
- Pérez-Gil, M., Tejada, J., Morant, R. y Pérez-González, A. (2016). Cantus: Construction and evaluation of a software solution for real-time vocal music training and musical intonation assessment. *Journal of Music, Technology & Education*, 9(2), 125-144. [https://doi.org/10.1386/jmte.9.2.125\\_1](https://doi.org/10.1386/jmte.9.2.125_1)
- Prellieur, P. (1738). *The Modern Musick-master, or, The Universal Musician*. Printing-office in Bow Church yard.
- Rolland, P. y Mutschler, M. (1974). *The teaching of Action in String Playing: Developmental and Remedial Techniques*. Urbana. Illinois String Research Associates.
- Ševčík, O. (1922). *School of Intonation on a Harmonic Basis for Violin in XIV Parts*. Harms, incorporated.
- Suzuki, S. (1959). *Suzuki Violin School: Violin Part*. Summy-Birchard.
- Tartini, G. (1754). *Trattato di Musica secondo la vera Scienza dell'Armonia*. Stamperia del Seminario.

- Watkins, C. (2004). Advanced intonation skills: Helping students understand what they hear. *American String Teacher*, 54, 86-90. <https://doi.org/10.1177/000313130405400110>
- Welch, G.F., Howard, D.M. y Rush C. (1989). Real-time Visual Feedback in the Development of Vocal Pitch Accuracy in Singing. *Psychology of Music*, 17, 146-157. <https://doi.org/10.1177/0305735689172005>
- Wilson, P.H., Lee, K., Callaghan, J. y Thorpe, C.W. (2007). Learning to sing in tune: Does real-time visual feedback help? En K. Maimets-Volk, R. Parncutt, M. Marin y J. Ross (Eds.), *Actas de la 3ª Conferencia de Musicología Interdisciplinar* (pp.157-172). <http://www-gewi.uni-graz.at/cim07/>
- Zabanal, J-R.A. (2019). Effects of Short-Term Practice with a Tonic Drone Accompaniment on Middle and High School Violin and Viola Intonation. *String Research Journal*, 9(1), 51-61. <https://doi.org/10.1177/1948499219851407>

### Anexo I. Pieza de 96 compases creada *ex profeso*

$\text{♩} = 50$

0 4 0 4 1 2 3

8 1 4 3 2 1 4 1 1 2 3

14 1 4 4 4 4

21 4 2 3 4 2 1 4 4 4 0 4

28 2 4 4 4 4 4

35 0 4 1 4

42 3 4 1 4 3 4 1 4 3 4

49 1 4 3 4 2 1 4 1 0

56 0 4 0 4 1 3 1 4 2 4

64 1 4 1

71 4 4 1 4 4 2 4 0 4 2

The image shows a musical score for violin, consisting of three staves of music. The key signature is one sharp (F#) and the time signature is 4/4. The first staff (measures 80-86) contains a sequence of eighth and sixteenth notes with various fingerings (4, 2, 4, 0) and slurs. The second staff (measures 87-93) continues the sequence with more complex fingerings (4, 2, 4, 4, 3, 0, 4, 3, 2, 1, 4, 0) and slurs. The third staff (measures 94) shows a final sequence of notes with a 0 fingering and a double bar line at the end.