



**TESIS DOCTORAL**

**TENDENCIAS DE ENTONACIÓN EN EL ALUMNADO DE VIOLÍN DE LA  
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA: UN ESTUDIO SOBRE  
DIVERSIDAD EN EL ÁMBITO EDUCATIVO Y MUSICAL**

**PATRICK THOMAS BRADY CALDERA**

**PROGRAMA DE DOCTORADO R017 - PROGRAMA DE DOCTORADO EN  
INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS  
EXPERIMENTALES, SOCIALES, MATEMÁTICAS Y LA ACTIVIDAD FÍSICA Y  
DEPORTIVA**

Conformidad del director/a y codirector/a:

Antonia Rosario Guerra Iglesias  
(Directora)

Héctor Archilla Segade  
(Codirector)

Esta tesis cuenta con la autorización del director/a y co-director/a de la misma y de la Comisión Académica del programa. Dichas autorizaciones constan en el Servicio de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Extremadura.

**2022**



*Dedicado a mi familia, especialmente a mis padres, a quienes debo todo lo que soy,  
tengo y tendré.*

*Dedicado a todos aquellos que, de un modo u otro, me han guiado, ayudado,  
enseñado, tolerado y amado.*

## *Agradecimientos*

No podría sino agradecer, en primer lugar, la paciencia y guía de mis directores, sin cuyo buen hacer no podría haberse llevado a cabo este trabajo.

Agradecer, del mismo modo, la buena disposición y amabilidad de los profesores y alumnos de los conservatorios extremeños. Este trabajo es también suyo.

## **RESUMEN**

La entonación, popularmente conocida como afinación, es una de las problemáticas más complejas y cruciales a las que se enfrenta todo violinista, muy especialmente durante los años que se dedican a la formación como intérprete. Es precisamente a lo largo de estos años cuando el estudiante de violín y futuro violinista suele adquirir las virtudes, vicios y hábitos que le caracterizarán, limitarán y, en el peor de los casos, lastrarán prácticamente de por vida.

No obstante lo anterior, rara vez se trata la entonación en el ámbito del violín como un fenómeno físico, objetivo y medible, y no es infrecuente que tanto violinistas docentes como violinistas discentes recurran casi en exclusiva a percepciones y sensaciones, en muchos casos subjetivas, a la hora de trabajar o juzgar dicho fenómeno. Es por ello que la presente investigación pretende determinar y analizar las tendencias de entonación de una muestra de estudiantes de violín matriculados durante el curso 2021/2022 en seis centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura, en base a tres modelos teóricos diferentes: el sistema de afinación/entonación pura o justa, el sistema de Temperamento Igual y el sistema de afinación/entonación pitagórica. Se busca, así, aportar evidencias empíricas no sólo de la diversidad que parece existir a la hora de entonar al violín, sino también de la necesidad de un nuevo enfoque pedagógico, más objetivo, de la entonación.

**Palabras clave:** Educación musical, afinación, entonación, enseñanzas artísticas.

## **ABSTRACT**

Intonation is arguably one of the most complex and crucial problems that every violinist faces, especially during the years devoted to training as a performer. It is precisely during these years when violin students usually acquire the virtues, vices and habits that will characterize, limit and, in the worst-case scenario, will practically hinder him for life.

However, intonation is rarely treated in the fields of violin playing and teaching as a physical, objective and measurable phenomenon, and it is not uncommon for both violin teachers and violin students to resort almost exclusively to perceptions and sensations, many a time subjective, when working with or judging this ability. This is why the present study aims to identify and analyze the intonation tendencies within a sample of violin students enrolled during the 2021/2022 academic year in six conservatoires located in the Autonomous Region of Extremadura (Spain) using three different theoretical models: the pure or just intonation system, the Equal Temperament system and the pythagorean intonation system. The aim is to provide empirical evidence not only of the diversity of intonation tendencies that seem to exist when playing the violin, but also of the need for a new, more objective, pedagogical approach to intonation as a phenomenon, and as an ability.

**Keywords:** Music education, tuning, intonation, artistic education.

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO PRIMERO: JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>19</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.2 FASES DE TRABAJO: MÉTODO	29
1.2.1 Fase I: Idea de investigación	29
1.2.2 Fase II: Formalización de la idea de investigación	29
1.2.3 Fase III: Revisión del estado del arte	30
1.2.4 Fase IV: Metodología y elaboración	30
1.2.5 Fase V: Término del reporte de investigación	31
1.3 PREGUNTAS Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	33
1.4 DISEÑO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	36
1.5 HIPÓTESIS DE TRABAJO	38
1.6 PARTICIPANTES: JUSTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	40
1.7 RECOGIDA, ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN: INSTRUMENTOS	44
1.8 DEFINICIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	46
<b>CAPÍTULO SEGUNDO: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN</b>	<b>51</b>
2.1 LA AFINACIÓN COMO BASE DE LA ENTONACIÓN: LA ETERNA CUADRATURA DE UN CÍRCULO	53
2.1.1 Fundamentos físico-matemáticos de la afinación/entonación	55
2.1.2 Influencia de los fundamentos físico-matemáticos de la afinación en el pensamiento filosófico y científico	59

2.1.3 La afinación como base de la entonación a través de la Historia: los distintos sistemas	64
2.1.3.1 La afinación en la Grecia antigua: afinación pitagórica y otros sistemas	65
2.1.3.2 La afinación durante el medievo: afinación pitagórica	69
2.1.3.3 Renacimiento: afinación justa y temperamento	75
2.1.3.4 Siglos XVII, XVIII y XIX: temperamentos irregulares	90
2.2 LA DIDÁCTICA DE LA AFINACIÓN Y LA ENTONACIÓN EN EL CONTEXTO DEL VIOLÍN	95
2.2.1 Literatura histórica: los siglos XVIII, XIX y XX	98
2.2.2 Literatura académica contemporánea	121
<b>CAPÍTULO TERCERO: RESULTADOS</b>	<b>127</b>
3.1 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS	129
3.1.1 Pregunta de investigación nº 1: ¿Presentan los individuos de la muestra tendencias de entonación que se ajusten a modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?	129
3.1.2 Pregunta de investigación nº 2: ¿Entonan mejor, a nivel promedial, los individuos de la muestra que presentan tendencias de entonación definidas que aquellos individuos en los que no se atisban tendencias de entonación definidas?	150
3.1.3 Pregunta de investigación nº 3: ¿Qué tonalidades se entonan mejor a nivel muestral según distintos modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?	153
3.1.4 Pregunta de investigación nº 4: ¿Existe algún grado de asociación, a nivel muestral, entre los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a distintos modelos o sistemas teóricos?	158



3.1.5 Pregunta de investigación nº 5: ¿Qué impacto tienen variables como el curso, el sexo o la pertenencia a un centro en la entonación de los individuos de la muestra?	163
3.1.6 Pregunta de investigación nº 6: ¿Qué sistema o modelo teórico tiene mayor prevalencia a nivel muestral?	181
3.1.7 Pregunta de investigación nº 7: ¿Se ajustan las amplitudes medianas muestrales de los intervalos entonados a las amplitudes que marcan diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?	183
3.1.8 Pregunta de investigación nº 8: ¿Qué impacto tiene la dirección de un intervalo en la amplitud mediana muestral del mismo?	194
<b>CAPÍTULO CUARTO: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>199</b>
4.1 DISCUSIÓN	201
4.1.1 H1: “En la muestra se observarán tendencias de entonación, las cuales se ajustarán, en mayor o menor medida, a los modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación propuestos; respectivamente: el sistema puro o justo, el sistema de Temperamento Igual, y el sistema pitagórico”.	201
4.1.2 H2: “Los integrantes de la muestra que presenten tendencias de entonación más o menos definidas tenderán a entonar mejor que aquellos que no presenten tendencias de entonación definidas”.	204
4.1.3 H3: “Las tonalidades de sol mayor y re mayor serán las mejor entonadas a nivel muestral, independientemente del modelo o sistema teórico de afinación/entonación propuesto”.	205
4.1.4 H4: “Los integrantes de la muestra que tiendan a entonar mejor en el ámbito de un sistema o modelo teórico, entonarán peor con arreglo a otros modelos”.	207
4.1.5 H5: “Los integrantes de la muestra matriculados en cursos más altos entonarán mejor a nivel promedial que los integrantes matriculados en cursos más bajos”.	208

4.1.6 H6: “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, no habrá diferencias significativas en la entonación de los sujetos en función de su sexo”.	210
4.1.7 H7: “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, existirán diferencias significativas en la entonación de los sujetos en relación a su centro de estudios”.	211
4.1.8 H8: “El sistema o modelo pitagórico tendrá mayor prevalencia a nivel muestral que otros modelos”.	212
4.1.9 H9: “Las amplitudes medianas muestrales de ciertos intervalos se ajustarán a las amplitudes que se derivan de los diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación”.	213
4.1.10 H10: “La amplitud mediana muestral de los intervalos ascendentes tenderá a ser menor que la de los descendentes”.	214
4.2 CONCLUSIONES	216
4.2.1 Conclusiones de carácter pedagógico derivadas de la consecución de objetivos, la validación de las hipótesis de trabajo, y de las preguntas de investigación.	216
4.2.2 Limitaciones y futuras líneas de investigación	225
<b>BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA</b>	<b>227</b>
BIBLIOGRAFÍA	229
WEBGRAFÍA	238
<b>ANEXOS</b>	<b>241</b>
ANEXO I: GLOSARIO DE TÉRMINOS	243
ANEXO II: CARTA DE PRESENTACIÓN Y DOSSIER	245
ANEXO III: EJERCICIO DE ENTONACIÓN	252
ANEXO IV: TABLA DE FRECUENCIAS CORRESPONDIENTES A LOS MODELOS TEÓRICOS DE ENTONACIÓN EMPLEADOS	253

# ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Variables y su transformación	48
<b>Tabla 2.</b> Intervalos, sus ratios naturales y la posición del armónico en la serie armónica	57
<b>Tabla 3.</b> Comparativa entre ratios justas y pitagóricas	71
<b>Tabla 4.</b> Comparativa de amplitud entre intervalos justos y pitagóricos	73
<b>Tabla 5.</b> Comparativa entre intervalos justos e intervalos resultantes del temperamento mesotónico	79
<b>Tabla 6.</b> Pureza acústica y valor en cents de los intervalos resultantes del Temperamento Igual	87
<b>Tabla 7.</b> Comparación entre los temperamentos mesotónico e igual	90
<b>Tabla 8.</b> Relación de violinistas junto con sus períodos históricos, tendencias de entonación y obras teóricas notables	114
<b>Tabla 9.</b> Estadísticos de la prueba de <i>McNemar</i> para los grupos que se recogen en la figura 40	137
<b>Tabla 10.</b> Comparación, a través de la prueba de <i>McNemar</i> , de los valores individuales de las variables <i>Var.aciert.Just</i> , <i>Var.aciert.ET</i> y <i>Var.aciert.Pythag</i>	140
<b>Tabla 11.</b> Pruebas de normalidad para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> , según dos grupos: individuos con una tendencia de entonación definida, e individuos sin una tendencia de entonación definida	151
<b>Tabla 12.</b> Pruebas de igualdad de varianzas de <i>Levene</i> para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> , según dos grupos: individuos con una tendencia de entonación definida, e individuos sin una tendencia de entonación definida	152

<b>Tabla 13.</b> Prueba <i>t de Student</i> para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> , según dos grupos: individuos con una tendencia de entonación definida, e individuos sin una tendencia de entonación definida	152
<b>Tabla 14.</b> Relación de tonalidades según los valores medianos obtenidos en cada uno de los tres sistemas o modelos	156
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Wilcoxon para los valores medianos observados para cada una de las tonalidades o secciones del ejercicio en los modelos puro, temperado y pitagórico	157
<b>Tabla 16.</b> Pruebas de normalidad para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i>	160
<b>Tabla 17.</b> Coeficiente de correlación de Pearson para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i>	161
<b>Tabla 18.</b> Recodificación, en variables ordinales, de las variables escalares <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i>	164
<b>Tabla 19.</b> Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>Var.curso</i> , <i>Var.total.JustR</i> , <i>Var.total.ETR</i> y <i>Var.total.PythagR</i>	165
<b>Tabla 20.</b> Pruebas de normalidad para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> , según el sexo ( <i>var.sexo</i> ) de los individuos	168
<b>Tabla 21.</b> Pruebas de igualdad de varianzas de <i>Levene</i> para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> , según el sexo ( <i>var.sexo</i> ) de los individuos	168
<b>Tabla 22.</b> Prueba <i>t de Student</i> para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> , según el sexo ( <i>var.sexo</i> ) de los individuos	169
<b>Tabla 23.</b> Valores medios y medianos de <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> en función del centro de estudios	169
<b>Tabla 24.</b> Pruebas de normalidad para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> , según el centro de estudios ( <i>var.centro</i> )	171

<b>Tabla 25.</b> Prueba <i>Kruskal-Wallis</i> para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> según según el centro de estudios ( <i>var.centro</i> )	173
<b>Tabla 26.</b> <i>U de Mann-Whitney</i> aplicada a los distintos emparejamientos entre centros en función de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i>	176
<b>Tabla 27.</b> Estadísticos descriptivos de la muestra en función a tres variables: <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i>	181
<b>Tabla 28.</b> Pruebas de normalidad para las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i>	182
<b>Tabla 29.</b> Prueba <i>t de Student</i> para emparejamientos entre las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i>	183
<b>Tabla 30.</b> Resumen del contraste y validación de las distintas hipótesis de trabajo, así como la correspondencia de éstas con las preguntas y objetivos de investigación planteados	221

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Inicio del tercer movimiento ( <i>Molto moderato e maestoso</i> ) del Concierto para violín nº 3 de Camille Saint-Saëns	24
<b>Figura 2.</b> Extracto de la reducción para piano del Concierto para violín nº 3 de Wolfgang Amadeus Mozart	26
<b>Figura 3.</b> Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra por centros	41
<b>Figura 4.</b> Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra por cursos	42
<b>Figura 5.</b> Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra por sexo	42
<b>Figura 6.</b> Breve tema melódico en <i>sol mayor</i> creado <i>ex profeso</i>	44
<b>Figura 7.</b> Coda o conclusión que lleva al ejercicio a su fin	44
<b>Figura 8.</b> Espiral formada por una serie de quintas puras encadenadas	54
<b>Figura 9.</b> Los primeros 16 armónicos de la serie armónica partiendo de la nota <i>do</i> <sub>1</sub>	56
<b>Figura 10.</b> Ilustración de la vibración fraccionada de una cuerda	56
<b>Figura 11.</b> Círculo cromático de Newton, tal y como aparece en su tratado <i>Opticks</i> (1704), en el que se asocian colores ( <i>red</i> [rojo], <i>orange</i> [naranja], <i>yellow</i> [amarillo], <i>green</i> [verde], <i>blue</i> [azul], <i>indigo</i> [añil] y <i>violet</i> [violeta]) con siete alturas musicales (D [ <i>re</i> ], E [ <i>mi</i> ], F [ <i>fa</i> ], G [ <i>sol</i> ], A [ <i>la</i> ], B [ <i>si</i> ] C [ <i>do</i> ])	63
<b>Figura 12.</b> Escala pura de <i>do</i> , con sus tonos mayores y menores, tal y como aparece en el tratado de Charles Villiers Stanford, <i>Musical Composition</i>	68
<b>Figura 13.</b> Pasaje de <i>Gloria, suspice Trinitas</i> , de Johannes Ciconia (1370 - 1412)	69
<b>Figura 14.</b> Ejemplo de <i>organum</i> , extraído del manual del siglo IX <i>Musica enchiriadis</i>	70

<b>Figura 15.</b> Tercera mayor en el acorde final de una <i>frottola</i> , <i>Incipit Lamentatio</i> , de Bartolomeo Tromboncino (1470 - 1534)	76
<b>Figura 16.</b> Sistema de afinación sintónico de Ptolomeo expuesto por Zarlino en <i>Istitutioni Harmoniche</i>	77
<b>Figura 17.</b> Velada musical de comienzos del siglo XVII en la que pueden observarse instrumentos de tecla (véase la espineta) e instrumentos con trastes (laúd) haciendo música juntos	86
<b>Figura 18.</b> Círculo de quintas con quinta del lobo tal y como resultaría de afinar un temperamento mesotónico a razón de $\frac{1}{4}$ de la coma sintónica	89
<b>Figura 19.</b> Quintas formadas por las cuerdas al aire del violín	95
<b>Figura 20.</b> Ejercicios de escalas incluidos en el tratado de Geminiani, y con diferenciación entre semitonos mayores o diatónicos ( <i>ma</i> [abreviación de <i>maggiore</i> , en italiano]) y menores o cromáticos ( <i>mi</i> [abreviación de <i>minore</i> , en italiano])	101
<b>Figura 21.</b> Diagrama incluido en el tratado de Geminiani donde se ofrece información sobre la ubicación de alturas en el diapasón del violín	101
<b>Figura 22.</b> Escala cromática incluida en el tratado de Leopold Mozart, construida exclusivamente con bemoles a partir de la nota <i>sol</i> <sub>3</sub>	104
<b>Figura 23.</b> Escala cromática incluida en el tratado de Leopold Mozart, construida exclusivamente con sostenidos a partir de la nota <i>sol</i> <sub>3</sub>	104
<b>Figura 24.</b> Transcripción de lo escrito por Wolfgang Amadé Mozart en los ejercicios de su alumno Thomas Attwood, donde puede leerse cómo Mozart llama semitonos mayores ( <i>mezzi tuoni grandi</i> ) a los semitonos diatónicos, y semitonos menores ( <i>mezzi tuoni piccoli</i> ) a los cromáticos	104
<b>Figura 25.</b> Diagrama completo del diapasón del violín, tal y como aparece en el método de Campagnoli	105
<b>Figura 26.</b> Escalas diatónica y cromática tal y como aparecen en el método para violín de Woldemar	106

<b>Figura 27.</b> Compases 91 a 93 del primer movimiento del Cuarteto en Fa mayor, Op. 77, nº 2 de Joseph Haydn, en el que su autor, ante una enarmonía entre <i>mi</i> b y <i>re</i> # escribe textualmente: “ <i>l’istesso tuono</i> ” (“la misma nota”)	107
<b>Figura 28.</b> Edición decimonónica del pasaje manuscrito que aparece en la figura 27. Nótese la ausencia de la anotación original escrita por Haydn	107
<b>Figura 29.</b> Escalas de carácter enarmónico tal y como aparecen en el tratado <i>L’art du violon</i> de Pierre Baillot	110
<b>Figura 30.</b> Ilustración procedente del <i>Violinschule</i> de Joachim en la que puede verse una escala de re mayor con sus ratios correspondientes a tonos mayores (9/8) y menores (9/10), y con aquellos que corresponden con los semitonos mayores o diatónicos (15/16)	113
<b>Figura 31.</b> Las posiciones normal y temperada, respectivamente, tal y como aparecen en el <i>School of Intonation</i> de Ševčík	118
<b>Figura 32.</b> Recomendaciones en el <i>School of Intonation</i> de Ševčík con respecto a los bemoles	119
<b>Figura 33.</b> Gráfico con los valores individuales de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> en el Conservatorio Oficial de Música “Esteban Sánchez”, en Mérida	130
<b>Figura 34.</b> Gráfico con los valores individuales de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> en el Conservatorio Superior de Música “Bonifacio Gil”, en Badajoz	131
<b>Figura 35.</b> Gráfico con los valores individuales de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> en el Conservatorio Profesional de Música “Juan Vázquez”, en Badajoz	132
<b>Figura 36.</b> Gráfico con los valores individuales de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> en el Conservatorio Profesional de Música “Luis Gordillo”, en Montijo	133



<b>Figura 37.</b> Gráfico con los valores individuales de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> en el Conservatorio Oficial de Música “Tomás Bote Lavado”, en Almendralejo	134
<b>Figura 38.</b> Gráfico con los valores individuales de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> en el Conservatorio Oficial de Música “Hermanos Berzosa”, en Cáceres. Grupo <i>Cáceres EP-A</i>	135
<b>Figura 39.</b> Gráfico con los valores individuales de las variables <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y <i>Var.total.Pythag</i> en el Conservatorio Oficial de Música “Hermanos Berzosa”, en Cáceres. Grupo <i>Cáceres EP-B</i>	136
<b>Figura 40.</b> Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra según hayan obtenido una puntuación más alta, o hayan obtenido empates, en <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> o <i>Var.total.Pythag</i>	137
<b>Figura 41.</b> Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra según las tendencias de entonación recogidas en la tabla 10	149
<b>Figura 42.</b> Valores medios de <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> en función de la agrupación de los individuos según presenten, o no, tendencias de entonación definidas	150
<b>Figura 43.</b> Gráfico con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema puro.	154
<b>Figura 44.</b> Gráfico con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema de Temperamento Igual	154
<b>Figura 45.</b> Gráfico con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema pitagórico	155

<b>Figura 46.</b> Gráficos superpuestos con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema pitagórico, de Temperamento Igual y pitagórico	155
<b>Figura 47.</b> Gráfico de dispersión en el que los puntos representan los valores individuales de <i>Var.total.Just</i> en relación a <i>Var.total.ET</i>	158
<b>Figura 48.</b> Gráfico de dispersión en el que los puntos representan los valores individuales de <i>Var.total.Just</i> en relación a <i>Var.total.Pythag</i>	159
<b>Figura 49.</b> Gráfico de dispersión en el que los puntos representan los valores individuales de <i>Var.total.ET</i> en relación a <i>Var.total.Pythag</i>	159
<b>Figura 50.</b> Gráfico de dispersión con línea de ajuste en el que los puntos representan los valores individuales de <i>Var.total.Just</i> en relación a <i>Var.total.ET</i>	162
<b>Figura 51.</b> Gráfico de dispersión con línea de ajuste en el que los puntos representan los valores individuales de <i>Var.total.Just</i> en relación a <i>Var.total.Pythag</i>	162
<b>Figura 52.</b> Gráfico de dispersión con línea de ajuste en el que los puntos representan los valores individuales de <i>Var.total.ET</i> en relación a <i>Var.total.Pythag</i>	163
<b>Figura 53.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los cursos según el nivel de aciertos con arreglo al modelo puro	165
<b>Figura 54.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los cursos según el nivel de aciertos con arreglo al modelo temperado	166
<b>Figura 55.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los cursos según el nivel de aciertos con arreglo al modelo pitagórico	166
<b>Figura 56.</b> Valores medios de <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> en función del sexo de los individuos	167
<b>Figura 57.</b> Gráfico de líneas múltiples con los valores medios de <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> en función del centro de estudios	170
<b>Figura 58.</b> Gráfico de líneas múltiples con los valores medios de <i>Var.total.Just</i> , <i>Var.total.ET</i> y de <i>Var.total.Pythag</i> en función del centro de estudios	171

<b>Figura 59.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.Just</i> según los centros de estudios ( <i>var.centro</i> )	174
<b>Figura 60.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.ET</i> según los centros de estudios ( <i>var.centro</i> )	174
<b>Figura 61.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.Pythag</i> según los centros de estudios ( <i>var.centro</i> )	175
<b>Figura 62.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.Just</i> según en los centros de Mérida (Mérida EP) y Badajoz (Badajoz SUP)	178
<b>Figura 63.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.Just</i> según en los centros de Mérida (Mérida EP) y Badajoz (Badajoz EP)	179
<b>Figura 64.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.Just</i> según en los centros de Mérida (Mérida EP) y Almendralejo (Almendralejo EP)	179
<b>Figura 65.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.ET</i> según en los centros de Badajoz (Badajoz SUP) y Cáceres (Cáceres EP)	180
<b>Figura 66.</b> Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de <i>Var.total.ET</i> según en los centros de Badajoz (Badajoz SUP) y Montijo (Montijo EP)	180
<b>Figura 67.</b> Recuento de los distintos intervalos ascendentes y descendentes que forman consecutivamente las notas del ejercicio de entonación a interpretar	185
<b>Figura 68.</b> Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de segunda ascendentes, según modelo y promedio muestral	186
<b>Figura 69.</b> Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de segunda descendentes, según modelo y promedio muestral	187

<b>Figura 70.</b> Comparación entre las amplitudes medianas muestrales de las 2ª menores y mayores, según dirección	188
<b>Figura 71.</b> Gráfico de barras con la amplitud de los intervalos de 2ª aumentada descendente, según modelo y amplitud mediana muestral	188
<b>Figura 72.</b> Comparación entre las amplitudes medianas muestrales de las 3ª menores y mayores, según dirección	189
<b>Figura 73.</b> Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de tercera mayor y menor, ascendentes y descendentes, según modelo y amplitud mediana muestral	190
<b>Figura 74.</b> Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de cuarta, ascendentes y descendentes, según modelo y amplitud mediana muestral	191
<b>Figura 75.</b> Comparación entre las amplitudes medianas muestrales de las 4ª justas y disminuidas, según dirección	192
<b>Figura 76.</b> Gráfico de barras con la amplitud del intervalo de 6ª menor ascendente, según modelo y amplitud mediana muestral	193
<b>Figura 77.</b> Amplitud mediana muestral del intervalo de 2ª menor, según direccionalidad	194
<b>Figura 78.</b> Amplitud mediana muestral del intervalo de 2ª mayor, según direccionalidad	195
<b>Figura 79.</b> Amplitud mediana muestral del intervalo de 3ª menor, según direccionalidad	196
<b>Figura 80.</b> Amplitud mediana muestral del intervalo de 3ª mayor, según direccionalidad	196
<b>Figura 81.</b> Amplitud mediana muestral del intervalo de 4ª justa, según direccionalidad	197

# **CAPÍTULO PRIMERO: JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**



## 1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Decía Dominique Hoppenot, celebrada pedagoga francesa en el ámbito del violín, que, cuando se trata de cantantes, el oído tolera sin rechistar toda clase de portandos, vibratos o inflexiones de altura que le obligan a restituir la nota real escrita. En el caso del violín, continuaba Hoppenot, un simple desmangue desgraciado que no llega a su sitio justo en el agudo, o una inocente octava donde los sonidos no consiguen el unísono absoluto, provocan de inmediato muecas en la sala.<sup>1</sup>

Lejos de la autocompasión, las palabras Hoppenot no vienen sino a constatar una realidad que, en el caso de los cantantes, no sólo confirman los diversos programas y concursos televisivos que tienen por objeto el lucimiento musical de la voz humana, sino también la propia ciencia. En este sentido, existen evidencias que sugieren que, ante desviaciones de tono similares, un violín o una trompeta se perciben como más desafinados que la propia voz humana.<sup>2</sup> Es por ello que la entonación<sup>3</sup> es, en esencia, un arma capital en el arsenal de todo violinista, traducándose la falta o endebles de ésta en una situación precaria e insostenible no sólo desde un punto de vista técnico, sino también artístico. A este respecto, la anteriormente citada Hoppenot afirma:

Quizás debamos recordar en primer lugar que no se puede eludir el problema de la afinación<sup>4</sup> ni el de la difícil relación que los músicos mantienen con ella. Ahí no hay malentendido posible: es un contrasentido pretender conformarse con una afinación aproximada —a no ser por una deficiencia humana, siempre justificada, naturalmente—, so pretexto de la notoria tolerancia del oído y de su facultad de restituir la nota justa a partir de otra que no lo es. Cualquier más o menos en el rigor de los intervalos es (percibido con claridad o no) un debilitamiento del mensaje musical emitido. . . “Toca desafinado, pero ¡es tan gran músico!”, no puede ser sino la ocurrencia de un humorista.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Dominique Hoppenot, *El violín interior* (Madrid: Real Musical, 1991), 106.

<sup>2</sup> John M. Geringer, Rebecca B. MacLeod, y Justine K. Sasanfar, “In Tune or Out of Tune: Are Different Instruments and Voice Heard Differently?”, *Journal of Research in Music Education* 63, no. 1 (2015): 89–101, <http://www.jstor.org/stable/43900281>

<sup>3</sup> En el marco del presente trabajo, se empleará por norma general el término “entonación” para referirnos al hecho de producir alturas en un instrumento previamente ajustado (afinado). El término “afinación”, por otra parte, se usará para referirnos exclusivamente al correcto ajuste de un instrumento de forma previa a su uso en la interpretación. Así pues, en el caso del violín, el término “afinación” se referirá al correcto ajuste de las cuerdas con respecto a un tono concreto. La razón de esta desambiguación es la potencial confusión que puede surgir merced a la clara diferenciación que, en el ámbito de la lengua inglesa, existe entre los términos *tuning* (afinación) e *intonation* (entonación). No obstante, ante cualquier duda referida al ámbito de la terminología, se recomienda consultar el anexo I del presente documento.

<sup>4</sup> La edición española del libro Hoppenot opta aquí, legítimamente, por el uso del término “afinación”, si bien se refiere a lo que en este trabajo llamaremos “entonación” (ver nota 3).

<sup>5</sup> Hoppenot, *El violín interior*, 105-106.

Establecida, pues, la suma importancia de la entonación en el ámbito del violín, cabría preguntarse acerca de los criterios en base a los cuales el violinista guía, percute y desliza sus dedos a lo largo y ancho del diapasón del instrumento. A este respecto, el violinista y pedagogo checo Otakar Ševčík (1852 - 1934) afirmaba que la entonación pura<sup>6</sup> en el ámbito del violín resulta de un proceso complejo que no puede ser aprendido de forma mecánica. Dicho proceso es, según el checo, más bien una cuestión de intelecto y oído.<sup>7</sup>

Partiendo de lo expuesto por Ševčík en *School of Intonation*, puede afirmarse que el criterio en base al cual se afinan las cuerdas del violín —tres quintas perfectas superpuestas: *sol*<sub>3</sub> - *re*<sub>4</sub>, *re*<sub>4</sub> - *la*<sub>4</sub>, *la*<sub>4</sub> - *mi*<sub>5</sub>— no está exento de particularidades que hacen necesario no sólo un criterio de afinación previo a la ejecución musical —en otras palabras, en lo que al ajuste de las cuerdas se refiere—, sino también un criterio de entonación a aplicar durante la propia ejecución musical.<sup>8</sup> En este sentido, podría decirse que el violín —y por extensión otros instrumentos de cuerda frotada cuyas cuerdas se afinan por quintas perfectas como la viola o el violonchelo— es un instrumento muy particular en todo lo que a la afinación/entonación respecta, ya que requiere de criterios sólidos y a la vez flexibles —tal y como se verá más adelante— para poder afinar/entonar correctamente.

En contraste con lo anterior están aquellos instrumentos en los que cualquier criterio de afinación o entonación se limita exclusivamente al correcto ajuste de los mismos de forma previa a la ejecución de una pieza. Es éste el caso, sin ir más lejos, del piano, un instrumento con alturas (notas) prefijadas, y en el que un criterio de entonación es a todas luces innecesario a la hora de la ejecución, ya que sería imposible —o al menos muy difícil, además de poco práctico y quizás contraproducente— manipular dichas alturas a medida que se interpreta una pieza. Por otra parte, en los instrumentos que cuentan con trastes, véase la guitarra, cualquier criterio de afinación o entonación se reduce estrictamente al correcto ajuste de las cuerdas, las cuales una vez afinadas, permiten al intérprete valerse de los trastes para alcanzar la nota exacta, cuya posición está perfectamente delimitada en el diapasón del instrumento. En el caso del violín, no obstante, un criterio de afinación definido es necesario a la hora de ajustar las cuatro cuerdas con las que cuenta el instrumento, así como también es

---

<sup>6</sup> Con “entonación pura” nos referimos a aquella que se ajusta a los parámetros del sistema puro de afinación, el cual establece las distancias entre las distintas notas con arreglo a las ratios de la serie armónica, tal y como se explicará más adelante (ver capítulo segundo, apartado 2.1.1).

<sup>7</sup> Otakar Ševčík, *School of Intonation on an Harmonic Basis for Violin in XIV Parts, volume 1* (Nueva York: Harms Inc., 1922), ix.

<sup>8</sup> Véase aquí, nuevamente, la desambiguación entre los términos “afinación” y “entonación”.



necesario un criterio de entonación a la hora de ejecutar una pieza.<sup>9</sup> La razón principal es que el diapasón del violín es una zona libre de delimitaciones, es decir, una zona en la que las “fronteras” entre las distintas alturas son vagas además de invisibles. En consecuencia, es a la memoria muscular y a los oídos interior y exterior<sup>10</sup> del intérprete a los que corresponde la ardua tarea de guiar a los dedos al lugar exacto en el momento y contexto exactos. ¿Pero por qué hablar de contexto? ¿Acaso es necesario un contexto para afinar o entonar correctamente? Podría decirse que sí, pues afinar o entonar correctamente implica que dicha corrección tiene lugar en el marco de un sistema o contexto de afinación/entonación determinado.<sup>11</sup> Así pues, tal y como puede verse en la figura 1, el violinista que “ataca” por vez primera el comienzo del tercer movimiento (*Molto moderato e maestoso*) del Concierto para violín nº 3 de Camille Saint-Saëns,<sup>12</sup> un comienzo protagonizado por un acorde de cuatro notas —de la más grave a la más aguda: *sol*<sub>3</sub>, *mi*<sub>4</sub>, *si*<sub>4</sub> y *mi*<sub>5</sub>—, se dará cuenta de que, a la hora de entonar el acorde, si toma como referencia la nota más grave, es decir, el *sol*<sub>3</sub> (cuerda al aire), el *mi*<sub>4</sub> y el *si*<sub>4</sub>, a pesar de estar perfectamente afinados con el *sol*<sub>3</sub>, quedarán desafinados con respecto a la nota más aguda, es decir, el *mi*<sub>5</sub> (también cuerda al aire). Del mismo modo, si tomara como referencia la nota más aguda (*mi*<sub>5</sub>), el *mi*<sub>4</sub> y el *si*<sub>4</sub> quedarían desafinados con respecto al *sol*<sub>3</sub> a pesar de estar éstos en perfecta consonancia con el *mi*<sub>5</sub>.

---

<sup>9</sup> A este respecto, se sugiere consultar el apartado 2.2.1 (capítulo segundo) del presente trabajo, referido a la literatura histórica para violín de los siglos XVIII, XIX y XX.

<sup>10</sup> Con respecto a los oídos interior y exterior, cabría resaltar lo expuesto por la anteriormente citada Hoppenot, quien afirmaba que una entonación “perfecta” requiere de la coincidencia de ambos tipos de oído, siendo el exterior “aquél que definimos habitualmente como oído”, es decir, “un oído de control que verifica que la nota obtenida sea conforme al resultado pretendido y garantiza eventualmente su rectificación”; y el interior “aquél que es ignorado por la mayoría de violinistas” y que permite, en primer lugar, “reproducir mentalmente el discurso musical, únicamente mediante el poder de evocación y de sugestión de la imagen auditiva”; en segundo lugar, “elaborar los intervalos, construirlos incluso antes de darles vida dentro de nosotros, antes de procurarles una existencia interior”; y, en tercer lugar, nos permite “querer y oír exactamente aquello que nos disponemos tocar y nos implica en una disposición afectiva potente de cara a la música”. Ver Hoppenot, *El violín interior*, 107-108.

<sup>11</sup> Esta noción aparece ya recogida en la investigación que constituye el principal germen de este trabajo, y en la que se exploró el impacto del Temperamento Igual en la capacidad de entonación del alumnado de violín de dos Conservatorios de Música de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Consultar Patrick Thomas Brady Caldera, y Héctor Archilla Segade, “¿Tiene sentido el afinador? Un estudio sobre el impacto del temperamento igual en estudiantes de violín de nivel medio y superior”, *Revista electrónica de LEEME* 49, (mayo 2022): 101-120, <https://doi.org/10.7203/LEEME.49.23992>

<sup>12</sup> Camille Saint-Saëns, *3e Concerto pour Violon et Orchestre* (París: A. Durand & Fils, 1881).



**Figura 1.** Inicio del tercer movimiento (*Molto moderato e maestoso*) del Concierto para violín nº 3 de Camille Saint-Saëns. (Edición parisina de A. Durand & Fils [1881], p. 64).

Esta suerte de paradoja en la que una o dos notas perfectamente afinadas dentro de una unidad musical —en el caso expuesto anteriormente, dicha unidad musical sería el acorde— están, a la vez, desafinadas dentro de la misma unidad musical, se da a lo largo y ancho del repertorio para violín, y tiene un origen físico y, por ende, insalvable salvo por la manipulación en el acto de la nota o notas en cuestión. En otras palabras, para solventar la problemática anterior, el violinista se vería obligado a tocar dos *mi*<sub>4</sub> distintos, uno junto al *sol*<sub>3</sub> y algo más bajo, y otro junto al *si*<sub>4</sub> y al *mi*<sub>5</sub>, y algo más alto.<sup>13</sup>

Otra realidad no exenta de paradojas en lo que a la entonación se refiere y a la que se ven abocados los violinistas es la de tocar con un piano. En este sentido, cabe resaltar que a día de hoy la práctica totalidad de los pianos se encuentran afinados atendiendo a los parámetros de lo que se conoce como Temperamento Igual, un sistema de afinación/entonación cuyos detalles se expondrán más adelante, pero que, en cualquier caso, difiere en gran medida del sistema de quintas puras comúnmente empleado a la hora de afinar las cuerdas de un violín, y del que también se darán detalles en lo sucesivo. Así pues, las cuerdas del piano y al menos tres de las cuatro cuerdas del violín están afinadas conforme a parámetros distintos y, en cierto modo, irreconciliables, así que cabría preguntarse cómo es posible que violines y pianos toquen juntos sin provocar las quejas del público. El “secreto” subyace, sin ir más lejos, en la versatilidad y flexibilidad del violín en todo a lo que a la entonación de alturas se refiere.<sup>14</sup> Dicho de otra forma, el violinista puede manipular alturas prácticamente en el acto, adaptándose así a las notas —hay quien diría “desafinadas”— del

<sup>13</sup> En el marco de la presente investigación, los adjetivos “bajo” y “alto” se emplearán, en consonancia con el argot musical imperante, para decir que una altura o tono es ligeramente más grave (bajo) o ligeramente más agudo (alto) de lo que sería esperable y/o apropiado en según qué circunstancias.

<sup>14</sup> Aquí cabría recordar, nuevamente, la función rectificadora atribuida al oído exterior. Ver Hoppenot, *El violín interior*, 107-108.

piano.<sup>15</sup> Aun así, hay ocasiones en las que el violinista no tiene más opción que decidir acerca de sus lealtades en lo que a la entonación se refiere, y esperar a que el momento de discordia física y musical (en ocasiones un breve instante) pase desapercibido por parte del público. A este respecto, y no en vano, una leyenda del violonchelo, Pau Casals (1876 - 1973), decía lo siguiente a aquellos alumnos que tocaban con piano: “No tengáis miedo a estar desafinados con respecto al piano. Es el piano el que está desafinado. El piano y su escala temperada son una transigencia en el campo de la afinación”.<sup>16</sup> En la misma línea, el compositor y pedagogo irlandés Charles Villiers Stanford (1852 - 1924) —maestro de compositores tan célebres como Ralph Vaughan Williams (1872 - 1958) o Gustav Holst (1874 - 1934)— escribía en su poco, y quizás injustamente, conocido tratado de composición:

El músico cuyo instrumento es el piano o el órgano inicia su andadura con una gran desventaja, ya que su oído acostumbrará a oír cada nota de la escala, salvo la octava, un tanto desafinada. De pedírsele observar y evaluar a un violinista, el pianista sería completamente incapaz de certificar con precisión si el violinista posee o no un sentido de la afinación pura o justa, ya que descubrirá con cierta sorpresa que los intervalos que él considera aceptables [en términos de entonación] no lo son para el violinista experto [...] El músico que inicia su andadura aprendiendo a tocar un instrumento de cuerda [frotada] no experimentará dificultades de este tipo, pero aquel que haya absorbido la transigencia que supone el Temperamento Igual se sorprenderá al descubrir que su noción de la escala se limita a los instrumentos de tecla, no teniendo cabida en la orquesta o en las voces.<sup>17</sup>

Como mero ejemplo de la discordia que, en términos de afinación, existe entre los instrumentos de cuerda frotada y el piano, la figura 2 muestra un pasaje del Concierto para violín y orquesta nº 3, de Wolfgang Amadeus Mozart, cuya reducción para piano<sup>18</sup> sugiere —justo cuando el solista hace su primera aparición— lo siguiente:

---

<sup>15</sup> Ver, unas líneas más abajo, la cita atribuida al legendario chelista Pau Casals.

<sup>16</sup> Cita recogida en Samuel y Sada Applebaum, *The Way They Play*, volumen 1 (Nueva Jersey: Paganiniana Publications, 1972), 272.

<sup>17</sup> Charles Villiers Stanford, *Musical Composition: A Short Treatise for Students* (Nueva York: The Macmillan Company, 1911), 12-13.

<sup>18</sup> Wolfgang Amadeus Mozart, *Concerto No.3 in G for violin and piano [k.216]*, ed. Sam Franko (Nueva York: G. Schirmer, 1940).



**Figura 2.** Extracto de la reducción para piano del Concierto para violín nº 3 de Wolfgang Amadeus Mozart. (Edición neoyorquina de Sam Franko [1940], p. 5).

Tal y como puede observarse, el solista hace su aparición con un acorde ( $re_4$ ,  $si_4$  y  $sol_5$ ), mientras que el piano hace otro en forma de corcheas y negras ( $re_4$ ,  $sol_4$  y  $si_4$ ). En lo que a la afinación/entonación respecta, las notas de uno y otro instrumento estarán siempre desafinadas unas con respecto a las otras, y todo ello asumiendo que piano y violín están correctamente afinados conforme a la misma nota de referencia (un  $la_4$  a 440 hercios, por ejemplo) y a los sistemas de afinación usuales en uno y otro instrumento (Temperamento Igual en el caso del piano; quintas justas puras en el caso del violín). La razón de esta suerte de discordia, sugerida con anterioridad, es la relativa incompatibilidad entre los sistemas de afinación de uno y otro instrumento, pues si el violinista quisiera que su acorde sonara afinado, debería tocar el  $si_4$  a 488,88 hercios, y el  $sol_5$  a 782,22 hercios, ya que el  $re_4$ , afinado por quinta natural (pura) con el  $la_4$  (440 hercios), estaría a 293,33 hercios. El piano, por otra parte, no tendría otra opción que tocar el  $re_4$  a 293,66 hercios (ligeramente más alto que el  $re_4$  del violín, si bien en este caso se trataría una diferencia despreciable), el  $sol_4$  a 391,99 hercios (desafinado una octava por debajo con respecto al  $sol_5$  del violín), y el  $si_4$  a 493,88 hercios, siendo esta última una diferencia “abismal” en términos de afinación, es decir, cinco hercios (en este caso, algo más de 17 cents)<sup>19</sup> con respecto a la misma nota tocada al violín.

<sup>19</sup> El cent es una unidad logarítmica usada para medir intervalos musicales, y se corresponde con la centésima parte de un semitono derivado del sistema de Temperamento Igual. No obstante, a pesar de su vinculación con este último sistema, el cent se ha convertido en la unidad estándar de medida para comparar intervalos y distancias en los distintos sistemas de afinación/entonación.

Situaciones como las expuestas anteriormente —si bien es cierto que algunas son más flagrantes que otras— se replican a lo largo y ancho del repertorio violinístico, señalando, en opinión de este autor, la necesidad de comprender y desentrañar el papel que los distintos sistemas o realidades de entonación juegan no sólo en el marco de la práctica violinística, sino también en las etapas en las que dicha práctica está en proceso de construcción. Es por ello que nos atrevemos a afirmar que la presente investigación se enmarca firmemente en el ámbito de la educación musical, pues, si bien existe literatura que aborda la problemática de la entonación en el ámbito de los instrumentos de cuerda frotada, el volumen de dicha literatura desciende considerablemente cuando se trata de determinar el impacto de los anteriormente citados sistemas o realidades de entonación en el alumnado de violín. En este sentido, cabe destacar lo expuesto por el galardonado violinista georgiano y profesor de violín Alexander Detisov:<sup>20</sup>

No es muy común en la enseñanza actual dedicar suficiente atención a la diferencia entre estos dos tipos de afinación (pura y temperada). La diferencia es muy importante porque la afinación pura es la base principal de la afinación armónica para los instrumentos de cuerda: desde la quinta básica hasta todos los intervalos derivados. Se puede conseguir un resultado muy positivo tan pronto como el músico empieza a usar conscientemente este tipo de afinación y todos los fenómenos acústicos que implica la afinación pura.<sup>21</sup>

Esta suerte de carencia en la enseñanza actual de la entonación, apuntada por Detisov, es también percibida por otros docentes pertenecientes al ámbito de las Enseñanzas Artísticas de Música,<sup>22</sup> y que han constatado que

es la afinación [entonación] la principal dificultad que el alumnado de los Conservatorios Profesionales Públicos de Andalucía aprecian en la interpretación artística del violín, así como que este hecho no tenía una correspondencia adecuada tanto en las programaciones como en la metodología aplicada en los diferentes centros. Por añadidura, el análisis de las programaciones, señalaba un alejamiento metodológico del patrón observado en la

---

<sup>20</sup> Para información más detallada sobre la figura y detalles biográficos de Alexander Detisov, consultar “Alexander Detisov”, Forum Musikae, consultado el 29 de julio de 2022, <https://www.forummusikae.com/profesores/alexander-detisov/>

<sup>21</sup> Una vez más, se opta, legítimamente, por el uso del término “afinación” en lugar de “entonación”. Consultar Alexander Detisov, “El secreto de la afinación en el violín”, *Quodlibet*, 48 (septiembre - diciembre 2010): 47-56, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3620471>.

<sup>22</sup> Tal y como indica el Ministerio de Educación y Formación Profesional en su página web, “Las Enseñanzas Artísticas de Música tienen como finalidad proporcionar al alumnado una formación artística de calidad y garantizar la cualificación de los futuros profesionales de la música. Las enseñanzas de Música tienen además la consideración de enseñanzas de régimen especial”. Consultar “Enseñanzas Artísticas de Música”, Ministerio de Educación y Formación Profesional, consultado el 30 de junio de 2022, <https://educagob.educacionyfp.gob.es/ensenanzas/artisticas.html>

Metodología Clásica-Tradicional de Violín y, por ende, de los principios didácticos comunes que han permanecido válidos y vigentes desde el siglo XVII.<sup>23</sup>

A lo expuesto hasta el momento sobre la enseñanza de la entonación, cabría añadir la humilde experiencia vital de este autor, quien como alumno egresado de violín en centros de dos Comunidades Autónomas, Extremadura y Andalucía, y antiguo miembro de diversas agrupaciones musicales del panorama musical andaluz, entre ellas la Orquesta Joven de Córdoba o la Camerata Gala,<sup>24</sup> ha sentido la necesidad de explorar las tendencias de entonación del alumnado de violín matriculado en distintos centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura durante el curso 2021/2022. Se busca, así, arrojar luz sobre una fenomenología, la entonación, no sólo compleja y pertinente a nivel pedagógico y artístico, sino también cubierta con un cierto e injustificado halo de misterio. Asimismo, se aspira a la apertura de nuevas vías de investigación para futuros trabajos que ambicionen no sólo la mejora de la capacidad de entonación del alumnado de violín en distintos contextos tonales, armónicos y melódicos, sino también sembrar en dicho alumnado un ideal de entonación que refleje la fuente inagotable de riqueza musical que es el violín.

---

<sup>23</sup> Consultar Luis Rubén Gallardo Lorenzo, “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, 2008), 265-266, <http://hdl.handle.net/10396/2078>.

<sup>24</sup> Para información detallada sobre estas agrupaciones, consultar, respectivamente, “Sobre nosotros”, Orquesta Joven de Córdoba, consultado el 29 de julio de 2022, <https://orquestajovendecordoba.com/>; y “Camerata Gala”, Camerata Gala - Fundación Antonio Gala, consultado el 29 de julio de 2022, <https://cameratagala.com/>.

## **1.2 FASES DE TRABAJO: MÉTODO**

La elaboración del presente trabajo ha transcurrido por las distintas etapas o fases que necesariamente integran todo proceso de investigación. En este sentido, cabe destacar la existencia de varios esquemas o modelos que vertebran estas etapas, entre los que se cuenta el conocido como modelo LART, propuesto por el ingeniero industrial, doctor en Ciencias Administrativas por el Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), y doctor en Estudios Europeos por el Instituto Universitario Ortega y Gasset en España Luis Arturo Rivas Tovar.<sup>25</sup>

Tal y como sostiene su autor, el modelo LART contiene cinco etapas: idea de investigación, formalización de la idea de investigación, revisión del estado del arte, metodología y elaboración, y término del reporte de investigación.<sup>26</sup> A este respecto, el proceso seguido para llevar a cabo la presente investigación se ajusta en buena medida a estas cinco etapas, por lo que se emplearán como modelo para describir el camino seguido por este investigador.

### **1.2.1 Fase I: Idea de investigación**

En lo referente a esta fase, mencionar que, a nivel conceptual, la presente investigación nace de un interés personal de este investigador por el mundo de la afinación/entonación; un interés que, a su vez, tiene su germen en la anteriormente referida experiencia vital del autor como alumno de violín en centros de Extremadura y Andalucía, así como también en la lectura de la obra pedagógica del anteriormente citado compositor irlandés Charles Villiers Stanford. En este sentido, podría decirse que ambos elementos —experiencia vital, por un lado, y lectura de la obra de Stanford, por otro— cristalizaron en la idea de investigación que delimita en cierto modo este trabajo: las tendencias de entonación que pueden darse en la praxis del violín.

### **1.2.2 Fase II: Formalización de la idea de investigación**

En relación a la fase II, es necesario tener presente que cada idea de investigación, cada problemática, tiene unas particularidades que hacen conveniente plantear dicha problemática, dicha idea, por medio de varias preguntas que la acoten y orienten hacia las respuestas que se

---

<sup>25</sup> Luis Arturo Rivas Tovar, *Elaboración de tesis: estructura y metodología* (Ciudad de México: Trillas, 2017), 42-44.

<sup>26</sup> *ibid.*

quieren obtener.<sup>27</sup> Así pues, la formalización de la idea de investigación que sostiene este trabajo se ha llevado a cabo a través de la redacción de una serie de preguntas de investigación de las que se han desprendido, a su vez, una serie de objetivos que se detallan, junto con las antedichas preguntas, en el epígrafe 1.3 del presente documento. A esta formalización ha contribuido, asimismo, la formulación de una serie de hipótesis que, a modo de pronósticos, tienen como base las anteriormente referidas preguntas y objetivos de investigación. Dichas hipótesis pueden consultarse, además, en el epígrafe 1.5 de este documento.

### **1.2.3 Fase III: Revisión del estado del arte**

Tal y como afirma el anteriormente citado Rivas Tovar, la revisión del arte implica la revisión de literatura que contenga información organizada y de calidad sobre la problemática que se pretende abordar.<sup>28</sup> Así pues, para la elaboración de esta investigación, se ha consultado una ingente cantidad de literatura en base a la cual se ha redactado un marco teórico<sup>29</sup> que aporta un contexto no sólo histórico, sino también científico a la problemática o idea de investigación tratada. En este sentido, cabe resaltar que se han consultado libros, artículos en revistas indexadas, tratados y manuales históricos, distintas webs de instituciones de reconocido prestigio, así como también contenidos multimedia de calidad que consideramos difíciles de ignorar en una sociedad como la actual.

### **1.2.4 Fase IV: Metodología y elaboración**

Respecto a la fase IV, cabe destacar la necesidad de elegir el modo de enfrentar un problema de investigación, o, lo que es lo mismo, la necesidad de clarificar si la investigación partirá de un enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto. En este sentido, las preguntas y objetivos planteados en la presente investigación, así como también las hipótesis formuladas, sugerían la aplicación de un enfoque eminentemente cuantitativo dada la naturaleza física y medible de un fenómeno como es la entonación. Dicha elección de enfoque condujo, por un lado, a una reflexión acerca de los instrumentos a emplear para la recogida, el análisis y el procesamiento de la información; y, por otro, una vez elegidos tales instrumentos, al

---

<sup>27</sup> Consultar, al respecto, Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, *Metodología de la investigación* (México D.F.: McGraw-Hill, 2014), 37-38.

<sup>28</sup> En lo que respecta al término “estado del arte”, el propio Rivas Tovar aclara que se trata de una traducción del inglés *state of art*. Así pues, la fase III no es más que la confección de un marco teórico que implica, como no puede ser de otra forma, una revisión de la literatura previa. Consultar, al respecto, Rivas, *Elaboración de tesis*, 42.

<sup>29</sup> Ver Capítulo segundo del presente documento.



establecimiento de la definición y tratamiento de las diferentes variables de investigación que se desprendían de las hipótesis formuladas.<sup>30</sup>

Así las cosas, se procedió al muestreo, el cual se planteó inicialmente como probabilístico, y, por ende, representativo de la población total de estudio, a saber: el alumnado de violín matriculado en distintos centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura durante el curso 2021/2022. No obstante, dadas las dificultades que, por una parte, se derivaban de la muy probable minoría de edad de una buena parte de los participantes potenciales, y, por otra, de la entonces imperante pandemia de SARS-CoV-2, se optó por un muestreo no probabilístico o por conveniencia. En este sentido, la selección de los participantes, así como también el contacto y acceso a los mismos, se realizó a través de los cauces institucionales, legales y éticos pertinentes. A este respecto, cabe resaltar el envío a una serie de centros de una carta de presentación junto con un dossier<sup>31</sup> en los que se proponía y explicaba la participación en un proyecto de investigación derivado de la elaboración de una tesis doctoral, incluyéndose también un modelo de consentimiento informado para participantes potencialmente menores de edad. Fue a partir de este primer contacto como se realizó la selección de participantes, y se organizó su posterior participación en la investigación.

Finalmente, en lo que respecta al diseño y alcance de la investigación, desarrollados en el epígrafe 1.4 del presente documento, éstos se determinaron teniendo en cuenta la naturaleza cuantitativa de la investigación, por una parte, y el acceso a la muestra, por otro. Así pues, dentro del enfoque cuantitativo se contemplan una serie de diseños que pueden ser experimentales o no experimentales, contándose entre estos últimos el diseño elegido para esta investigación, a saber: no experimental transversal. El acceso limitado a la muestra, por otra parte, determinó la elección de los alcances descriptivo y correlacional del estudio.

### **1.2.5 Fase V: Término del reporte de investigación**

En esta fase se incluyen, entre otros elementos, el trabajo de campo, el análisis estadístico y de resultados, la redacción de los distintos capítulos que conforman la investigación, etc.<sup>32</sup> Así pues, en lo que respecta al trabajo de campo, éste incluyó

---

<sup>30</sup> Para una información detallada acerca de los instrumentos empleados para la recogida, el análisis y el procesamiento de la información, y para la definición y tratamiento de las diferentes variables de investigación, consultar, respectivamente, los epígrafes 1.7 y 1.8 del presente documento.

<sup>31</sup> Tanto la carta de presentación como el dossier pueden consultarse en el anexo III del presente documento.

<sup>32</sup> Ver Rivas, *Elaboración de tesis*, 43.

desplazamientos a los distintos centros de los que provenían los integrantes de la muestra, así como también grabaciones sonoras que se detallan en el epígrafe 1.7 del presente documento. Dicho epígrafe incluye, además, información referente a los distintos análisis estadísticos llevados a cabo, así como a las herramientas empleadas para ello.

Por otra parte, en lo que respecta a la redacción de los distintos capítulos que conforman el presente documento, cabe resaltar que el sistema empleado para la citación de referencias bibliográficas, de tablas, gráficos y figuras, así como también para la confección de las propias tablas, ha sido el estilo *Chicago* en su versión de notas al pie, siguiendo las pautas establecidas en el último manual publicado.<sup>33</sup> Entre las razones que justifican esta elección, no sólo están la flexibilidad o adaptabilidad de dicho sistema a prácticamente cualquier ámbito de conocimiento, sino que también está la inevitable vinculación que un marco teórico referente a la entonación o a la afinación tiene con los campos histórico y artístico, ambos con una gran ligazón al estilo *Chicago*, tal y como se afirma en la propia *web* del manual.<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> *The Chicago Manual of Style*, 17th ed. (Chicago: University of Chicago Press, 2017), <https://doi.org/10.7208/cmos17>

<sup>34</sup> “Notes and Bibliography or Author-Date?”, Citation Quick Guide, The Chicago Manual of Style Online, consultado el 29 de julio de 2022, [https://www.chicagomanualofstyle.org/tools\\_citationguide.html](https://www.chicagomanualofstyle.org/tools_citationguide.html)

### 1.3 PREGUNTAS Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Tal y como se sugería en el epígrafe anterior, podría decirse que la investigación que sustenta este trabajo es de naturaleza cuantitativa en tanto en cuanto busca explorar, describir y tratar un fenómeno observable y medible en unidades concretas<sup>35</sup> como es la entonación. En este sentido, cabría plantearse, por medio de varias preguntas, conocidas como “de investigación”, la problemática expuesta en la justificación del presente trabajo. La función de estas preguntas es la de resumir el proceso a seguir por el investigador, en otras palabras, habrán de resumir la investigación en sí misma.<sup>36</sup>

No obstante lo anterior, no puede afirmarse que haya una sola forma correcta de expresar un problema de investigación, pues cada uno requiere de un análisis particular, si bien las preguntas generales deben aclararse y delimitarse para esbozar el campo del problema y sugerir actividades pertinentes para la investigación.<sup>37</sup> Así pues, partiendo de lo expuesto hasta el momento, se han formulado las siguientes preguntas de investigación:

- ❖ PI-1: ¿Presentan los individuos de la muestra tendencias de entonación que se ajusten a modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?
- ❖ PI-2: ¿Entonan mejor, a nivel promedial, los individuos de la muestra que presentan tendencias de entonación definidas que aquellos individuos en los que no se atisban tendencias de entonación definidas?
- ❖ PI-3: ¿Qué tonalidades se entonan mejor a nivel muestral según distintos modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?
- ❖ PI-4: ¿Existe algún grado de asociación, a nivel muestral, entre los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a distintos modelos o sistemas teóricos?
- ❖ PI-5: ¿Qué impacto tienen variables como el curso, el sexo o la pertenencia a un centro en la entonación de los individuos de la muestra?
- ❖ PI-6: ¿Qué sistema o modelo teórico tiene mayor prevalencia a nivel muestral?

---

<sup>35</sup> Véanse el hercio o el cent.

<sup>36</sup> Hernández, Fernández, y Baptista, *Metodología de la investigación*, 38.

<sup>37</sup> *ibid.*

- ❖ PI-7: ¿Se ajustan las amplitudes medianas muestrales de los intervalos entonados a las amplitudes que marcan diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?
- ❖ PI-8: ¿Qué impacto tiene la dirección de un intervalo en la amplitud mediana muestral del mismo?

Establecidas las preguntas de investigación, y partiendo del hecho de que toda investigación de carácter cuantitativo tiene como objetivo principal contribuir a resolver un problema concreto, así como también aportar evidencias empíricas que sustenten una determinada teoría o postulado,<sup>38</sup> se han establecido los siguientes objetivos principales:

- OP-1: Analizar la entonación, a nivel individual y grupal, de una muestra de estudiantes de violín matriculados durante el curso 2021/2022 en seis centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura,<sup>39</sup> en base a tres modelos teóricos diferentes: el sistema de afinación/entonación pura o justa, el sistema de Temperamento Igual y el sistema de afinación/entonación pitagórica.<sup>40</sup>
- OP-2: Aportar evidencias empíricas que sustenten la necesidad de un nuevo enfoque pedagógico de la entonación.

Por otro lado, y fiel a su naturaleza cuantitativa, la presente investigación no renuncia al establecimiento de relaciones entre distintas variables como pueden ser, entre otras, el sexo, el curso o la capacidad de entonación en un sistema concreto. De esta pretensión nacen, pues, una serie de objetivos que, si bien tildamos de secundarios, consideramos relevantes de cara a la exploración y delimitación del problema en cuestión:

- OS-1: Determinar los intervalos que mejor entonan los estudiantes de la muestra.
- OS-2: Determinar las tonalidades que mejor entonan los estudiantes de la muestra.
- OS-3: Valorar el impacto del Temperamento Igual, como sistema universal y dominante, en las tendencias de entonación de los estudiantes de la muestra.

---

<sup>38</sup> Hernández, Fernández, y Baptista, *Metodología de la investigación*, 37.

<sup>39</sup> Dichos centros son: Conservatorio Oficial de Música “Tomás Bote Lavado” (Almendralejo), Conservatorio Profesional de Música “Juan Vázquez” (Badajoz), Conservatorio Superior de Música “Bonifacio Gil” (Badajoz), Conservatorio Oficial de Música “Esteban Sánchez” (Mérida), Conservatorio Profesional de Música “Luis Gordillo” (Montijo), y Conservatorio Oficial de Música “Hermanos Berzosa” (Cáceres).

<sup>40</sup> Las frecuencias, expresadas en hercios, de los tres modelos teóricos empleados en este trabajo pueden consultarse en el anexo V del presente documento.

- OS-4: Establecer relaciones, si las hubiere, entre distintas variables asociadas a la muestra, entre ellas el curso, la pertenencia a un determinado centro, o el sexo.
- OS-5: Poner en valor las posibilidades que ofrece el violín en el ámbito de la entonación.

## 1.4 DISEÑO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

No son pocos los ríos de tinta que han hecho correr la afinación y la entonación como conceptos y problemáticas vinculadas no sólo al arte de la música en general, sino también al arte de tocar el violín en particular.<sup>41</sup> Así pues, desde que allá por el siglo VI a.C el matemático y filósofo griego Pitágoras “descubriera”, según narra la tradición, las ratios numéricas correspondientes a los distintos intervalos musicales,<sup>42</sup> los escritos, tratados y artículos científicos y no científicos dedicados a esta cuestión a lo largo de la Historia han sido relativamente numerosos además de prolijos y variados. En este sentido, podría decirse que el tándem afinación-entonación no es en absoluto terreno inexplorado en el campo del conocimiento humano, por lo que el presente trabajo no podría definirse bajo ningún concepto como exploratorio.<sup>43</sup>

Así las cosas, y dado que esta investigación busca determinar, a través de distintas técnicas de análisis cuantitativo,<sup>44</sup> las propiedades y características de un fenómeno —la entonación— en un contexto y momento determinados —una muestra de estudiantes de violín matriculados durante el curso 2021/2022 en distintos centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura—, puede decirse que estamos ante un diseño no experimental transversal cuyo alcance está en línea con lo que se entiende por descriptivo.<sup>45</sup>

A lo expuesto en el párrafo anterior, puede añadirse que, además de analizar un fenómeno como es la entonación, esta investigación busca de igual modo describir las tendencias del grupo o población que, en este caso, conforman los individuos de la antedicha muestra de estudiantes de violín. Sólo así puede alcanzarse el grado de utilidad máxima que caracteriza a la investigación de alcance descriptivo: “mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación”.<sup>46</sup>

No obstante lo anterior, cabe resaltar que, si bien los alcances exploratorio y descriptivo quedan respectivamente descartado y constatado por las razones anteriormente expuestas, la presente investigación no renuncia a la inclusión de elementos propios de otros

---

<sup>41</sup> En el capítulo segundo del presente trabajo, puede consultarse la literatura histórica y científica escrita al respecto.

<sup>42</sup> Consultar al respecto el subepígrafe 2.1.2.

<sup>43</sup> Los estudios con alcance exploratorio suelen abordar problemáticas que, tras una revisión exhaustiva de la literatura, se revelan como poco estudiadas o vagamente investigadas. Ver, al respecto, Hernández, Fernández, y Baptista, *Metodología de la investigación*, 91.

<sup>44</sup> En este sentido, cabría destacar los análisis estadísticos descriptivo, por una parte, e inferencial, por otra.

<sup>45</sup> Consultar Hernández, Fernández, y Baptista, *Metodología de la investigación*, 92, 154.

<sup>46</sup> *ibid.*

tipos de alcance como, por ejemplo, el correlacional. A este respecto, cabe destacar que “en la práctica, cualquier investigación puede incluir elementos de más de uno de estos cuatro alcances [exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo]”.<sup>47</sup> Así pues, en lo que respecta al alcance correlacional,<sup>48</sup> esta investigación busca del mismo modo establecer grados de asociación entre distintas variables presentes en la muestra, tal y como pueden ser el curso, el sexo, el centro o el número de notas entonadas conforme a un modelo teórico determinado.

---

<sup>47</sup> *ibid.*, 90.

<sup>48</sup> Estudios en los que se asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población. Ver Hernández, Fernández, y Baptista, *Metodología de la investigación*, 93.

## 1.5 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Atendiendo a los alcances eminentemente descriptivo y correlacional del presente estudio, las hipótesis que se formulan en el marco del mismo encierran o bien pronósticos, o bien relaciones de potencial asociación entre variables. Tales hipótesis, cabría añadir, pueden asimismo entenderse como respuestas provisionales a las preguntas de investigación anteriormente formuladas,<sup>49</sup> y cumplen además la función de guías de la investigación.<sup>50</sup> Además, en el proceso de confección de dichas hipótesis se han tenido en cuenta cinco parámetros considerados esenciales:<sup>51</sup>

- Han de referirse a una situación real y definida.
- Han de estar expresadas en términos comprensibles y precisos.
- La relación entre variables ha de ser verosímil y lógica.
- Las variables han de ser observables y medibles.
- Las hipótesis han de tener en cuenta las técnicas disponibles para validarlas.

Así las cosas, las hipótesis que se plantean en el presente estudio son las siguientes:

- H<sub>1</sub>: “En la muestra se observarán tendencias de entonación, las cuales se ajustarán, en mayor o menor medida, a los modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación propuestos; respectivamente: el sistema puro o justo, el sistema de Temperamento Igual, y el sistema pitagórico”.
- H<sub>2</sub>: “Los integrantes de la muestra que presenten tendencias de entonación más o menos definidas tenderán a entonar mejor que aquellos que no presenten tendencias de entonación definidas”.
- H<sub>3</sub>: “Las tonalidades de *sol mayor* y *re mayor* serán las mejor entonadas a nivel muestral, independientemente del modelo o sistema teórico de afinación/entonación propuesto”.

---

<sup>49</sup> Consultar el epígrafe 1.2 del presente trabajo.

<sup>50</sup> Consultar lo expuesto en relación a la formulación de hipótesis en Hernández, Fernández, y Baptista, *Metodología de la investigación*, 104.

<sup>51</sup> *ibid.*, 106-107.



- H<sub>4</sub>: “Los integrantes de la muestra que tiendan a entonar mejor en el ámbito de un sistema o modelo teórico, entonarán peor con arreglo a otros modelos”.
- H<sub>5</sub>: “Los integrantes de la muestra matriculados en cursos más altos entonarán mejor a nivel promedial que los integrantes matriculados en cursos más bajos”.
- H<sub>6</sub>: “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, no habrá diferencias significativas en la entonación de los sujetos en función de su sexo”.
- H<sub>7</sub>: “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, existirán diferencias significativas en la entonación de los sujetos en relación a su centro de estudios”.
- H<sub>8</sub>: “El sistema o modelo pitagórico tendrá mayor prevalencia a nivel muestral que otros modelos”.
- H<sub>9</sub>: “Las amplitudes medianas muestrales de ciertos intervalos se ajustarán a las amplitudes que se derivan de los diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación”.
- H<sub>10</sub>: “La amplitud mediana muestral de los intervalos ascendentes tenderá a ser menor que la de los descendentes”.

## 1.6 PARTICIPANTES: JUSTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Tal y como quizás puede inferirse de los apartados anteriores, la presente investigación se sitúa en un contexto de educación formal, más concretamente en el ámbito de las Enseñanzas Artísticas de Música profesionales y superiores,<sup>52</sup> las cuales, al no estar integradas en las etapas que constituyen el Régimen General,<sup>53</sup> reciben la consideración de enseñanzas de Régimen Especial, junto con las enseñanzas de idiomas y las enseñanzas deportivas.<sup>54</sup>

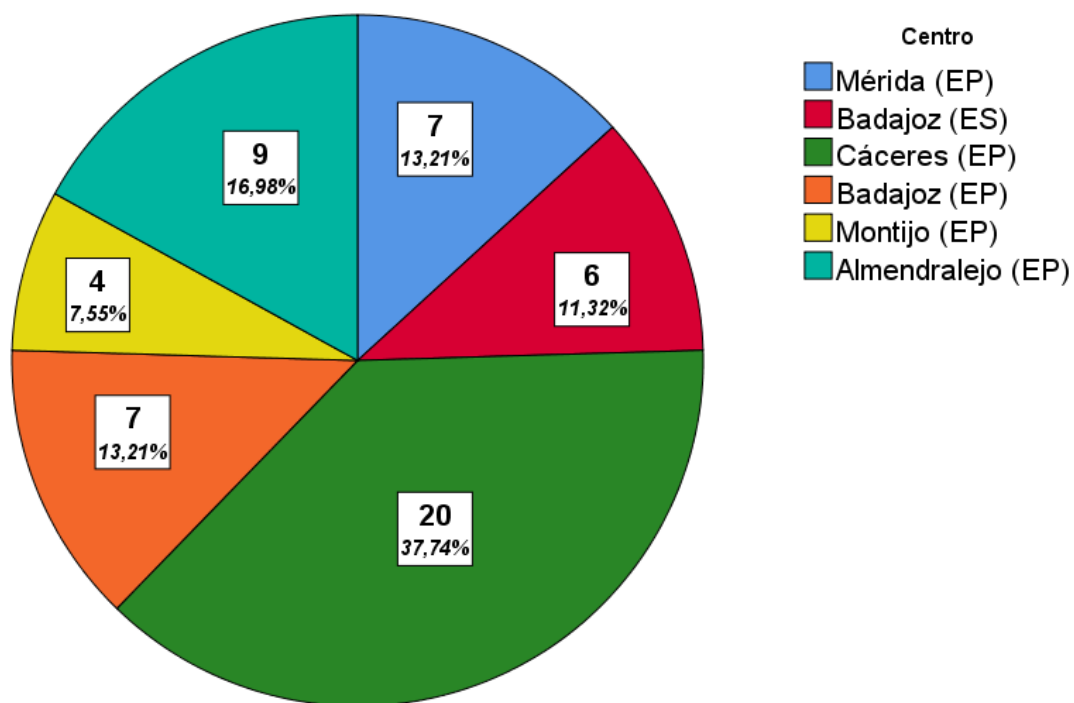
Así las cosas, conforman la muestra 53 estudiantes de violín matriculados durante el curso 2021/2022 en seis centros diferentes localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura. La distribución de dichos participantes por centros es la siguiente: 9 en el Conservatorio Oficial de Música “Tomás Bote Lavado” (Almendralejo), 7 en el Conservatorio Profesional de Música “Juan Vázquez” (Badajoz), 6 en el Conservatorio Superior de Música “Bonifacio Gil” (Badajoz), 20 en el Conservatorio Oficial de Música “Hermanos Berzosa” (Cáceres), 7 en el Conservatorio Oficial de Música “Esteban Sánchez” (Mérida) y 4 en el Conservatorio Profesional de Música “Luis Gordillo” (Montijo). La figura 3 muestra tal distribución a nivel numérico y porcentual:

---

<sup>52</sup> Las enseñanzas profesionales de música son “enseñanzas fundamentadas en el estudio de una especialidad instrumental o vocal y que tienen como finalidad proporcionar al alumnado una formación artística de calidad con el objetivo de preparar para acceder a los estudios superiores de Música o servir de fundamento hacia otros itinerarios formativos y profesionales”. Por otra parte, las enseñanzas superiores de música son “las enseñanzas del sistema educativo enmarcadas en el Espacio Europeo de Educación Superior que tienen como finalidad la formación cualificada de los futuros profesionales de la música. Ver “Enseñanzas artísticas”, Ministerio de Educación y Formación Profesional, consultado el 30 de junio de 2022, <https://educagob.educacionyfp.gob.es/enseñanzas/artisticas.html>

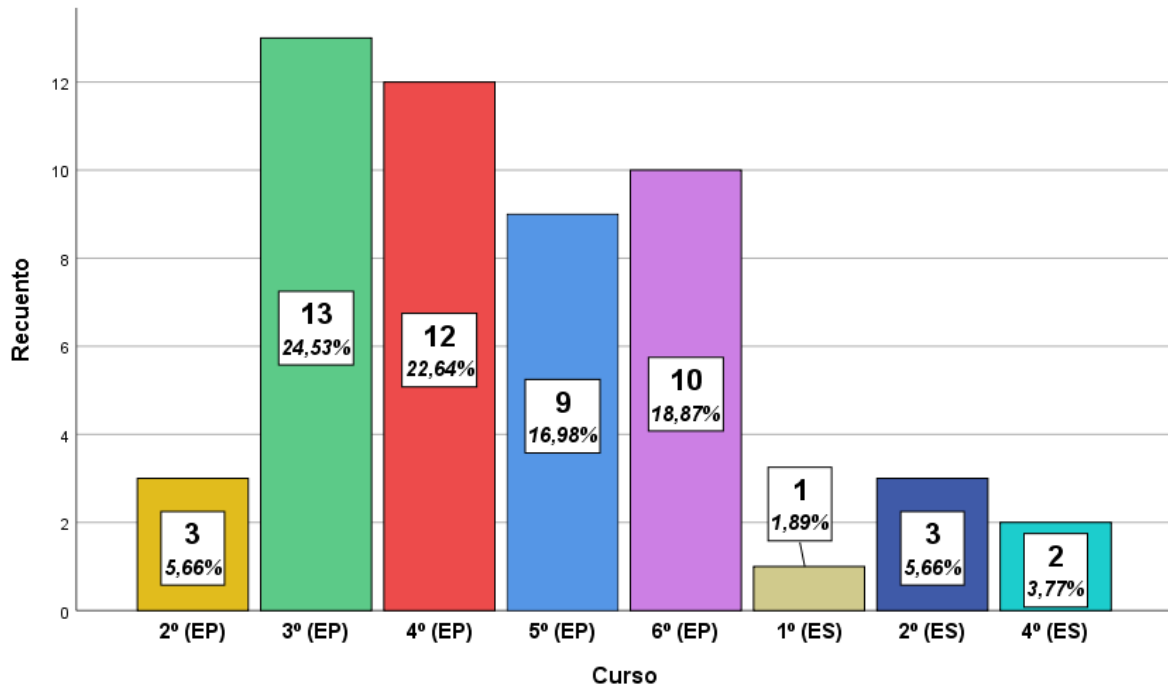
<sup>53</sup> Véanse las etapas de infantil, primaria, secundaria, bachillerato, grado, máster y doctorado.

<sup>54</sup> Consultar, a tal respecto, “El sistema educativo español”, Ministerio de Educación y Formación Profesional, consultado el 30 de junio de 2022, <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:1e5ece1b-5bb4-4cde-a410-0bb4baecb25c/sistema-educativo2010-11-pdf.pdf>



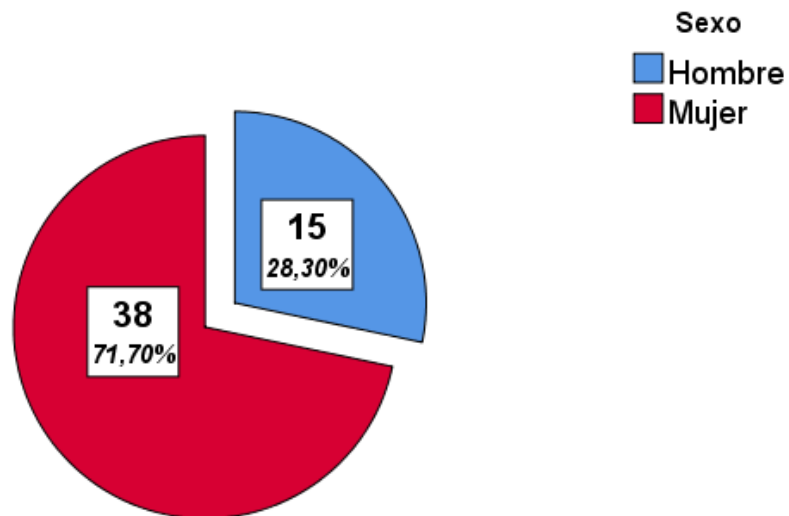
**Figura 3.** Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra por centros. (Elaboración propia).

Del total de los estudiantes que conforman la muestra, 3 estaban matriculados en el 2º curso de enseñanzas profesionales (en adelante, EP), 13 lo estaban en 3º, 12 lo estaban en 4º, 9 en 5º y 10 en 6º. En el ámbito de las enseñanzas superiores (en adelante, ES), por otro lado, 1 está matriculado en 1º, 3 en 2º y 2 en 4º. La figura 4 muestra la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra por cursos:



**Figura 4.** Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra por cursos. (Elaboración propia).

En lo que respecta al sexo, 15 estudiantes pertenecen al sexo masculino, y 38 al femenino, tal y como muestra la figura 5.



**Figura 5.** Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra por sexo. (Elaboración propia).

En lo que respecta al tipo de muestreo empleado, dadas las dificultades que planteaba, por una parte, la mayoritaria minoría de edad de la población total,<sup>55</sup> y las restricciones de acceso a los distintos centros derivadas de la reciente pandemia de SARS-CoV-2, se optó por un muestreo de tipo voluntario en el que los estudiantes participaron de forma anónima.<sup>56</sup> Dicho de otro modo, se empleó un muestreo no probabilístico y por conveniencia, ya que la muestra la conformaban casos disponibles a los que, por diversas circunstancias, se pudo tener acceso.<sup>57</sup>

---

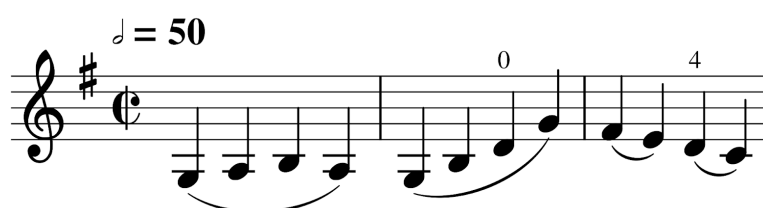
<sup>55</sup> La población total estaba compuesta por 131 estudiantes de violín matriculados o bien en EEPP o bien en EESS en el ámbito geográfico de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

<sup>56</sup> En relación al muestreo voluntario en el ámbito educativo, consultar James H. McMillan y Sally Schumacher, *Research in Education: Evidence-based Inquiry* (Harlow: Pearson Education, 2014).

<sup>57</sup> Consultar Hernández, Fernández, y Baptista, *Metodología de la investigación*, 390.

## 1.7 RECOGIDA, ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN: INSTRUMENTOS

Para llevar a cabo la presente investigación, se han empleado distintas herramientas entre las cuales cabría destacar, en primer lugar, un breve tema melódico en *sol mayor*, creado *ex profeso* (figura 6) y que se transportó a quince tonalidades,<sup>58</sup> obteniéndose de este modo 48 compases a los que se añadieron otros 6 a modo de pequeña coda o conclusión en la tonalidad original de *sol mayor*. Esta suerte de coda o conclusión (figura 7) no es más que una reexposición del tema melódico inicial, con la única diferencia de que aparece una octava por encima de éste, y acompañada de una pequeña variación que lleva al final del ejercicio, el cual suma un total de 54 compases.<sup>59</sup>



**Figura 6.** Breve tema melódico en *sol mayor* creado *ex profeso*. (Elaboración y edición propias).



**Figura 7.** Coda o conclusión que lleva al ejercicio a su fin. (Elaboración y edición propias).

Establecido, pues, el ejercicio en base al cual se buscaba estudiar y analizar distintos aspectos relacionados con la entonación de los 53 participantes que integran la muestra, se pidió a dichos participantes la ejecución del ejercicio a primera vista, si bien se les permitió a todos una primera lectura rápida para familiarizarse con las notas y digitaciones sugeridas, siendo el seguimiento de estas últimas únicamente opcional. De forma previa a cada ejecución, se instó a cada participante a afinar las cuerdas de su violín, empleando para ello

<sup>58</sup> A saber: *sol menor, la mayor, la menor, si bemol mayor, si bemol menor, si mayor, si menor, do mayor, do menor, re mayor, re menor, mi mayor, mi menor, fa mayor, y fa menor*.

<sup>59</sup> Consultar Anexo IV del presente documento.

una aplicación de afinación electrónica para móviles llamada *Tune!It Lite*,<sup>60</sup> la cual permite una afinación de las cuerdas por quintas acústicamente puras y no temperadas, tal y como ocurre con a mayor parte de afinadores convencionales. La nota de referencia usada fue en todos los casos un *la* a 442 hercios.

Cada ejecución fue grabada con el micrófono incorporado de serie en un ordenador portátil modelo ASUS VivoBook S14 perteneciente al investigador. Una vez grabadas las ejecuciones de todos los participantes, éstas se analizaron una por una con el programa informático de análisis científico del habla *Praat* (versión 6.1.16),<sup>61</sup> que permite la obtención de la frecuencia media de cada altura entonada por los estudiantes. El uso de las frecuencias medias de cada nota se justifica en las minúsculas, en ocasiones imperceptibles, variaciones de tono que experimenta cualquier altura tocada al violín. Dichas variaciones son, en buena medida, inevitables, y se deben a factores consustanciales a la naturaleza del instrumento como son la presión del arco sobre la cuerda o la técnica del *vibrato*.

La articulación de la información obtenida en distintas variables de investigación, así como la obtención de análisis estadísticos y de gráficos, se llevó a cabo a través del programa de análisis estadístico *IBM SPSS Statistics 25*.

---

<sup>60</sup> Ver “Home”, *Tune!It - Musical Instrument Tuning Software*, consultado el 18 de julio de 2022, <http://www.tune-it.com.au/index.html>.

<sup>61</sup> Ver “Functionality”, *Praat: doing phonetics by computer*, consultado el 30 de junio de 2022, <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.

## 1.8 DEFINICIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Una variable es, a grandes rasgos, una propiedad que puede fluctuar, cuya variación es susceptible de medirse u observarse y que adquiere relevancia en la investigación científica cuando se relaciona en el marco de una hipótesis o teoría, recibiendo el nombre de constructos o construcción hipotética.<sup>62</sup>

En el ámbito del presente trabajo, pueden inferirse una multiplicidad de variables externas cuyo elevado número sería prácticamente inviable recoger o tener en cuenta en una única intervención. A este respecto, cabría mencionar cualidades anatómicas humanas, cuestiones relacionadas con la construcción y acabado del violín como instrumento, el promedio de horas de estudio semanales de cada individuo,<sup>63</sup> etc. No obstante lo anterior, en el modelo de investigación que nos atañe se han considerado pertinentes todas aquellas variables que pueden presentar una vinculación más o menos directa con el elemento nuclear de la misma: la entonación.

Hablemos, pues, de las variables de tipo interno, es decir, aquellas que se desprenden de las preguntas de investigación, y sustentan las diferentes hipótesis de trabajo. En este sentido, encontramos tres variables cuantitativas continuas de gran importancia, como son el porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante con arreglo al sistema puro (*Var.total.Just*), el porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante con arreglo al sistema de Temperamento Igual (*Var.total.ET*), y el porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante con arreglo al sistema pitagórico (*Var.total.Pythag*). Estas variables son las que nos darán la información necesaria para determinar las tendencias de entonación presentes en la muestra tanto a nivel individual como muestral, y además pueden ser segmentadas para determinar el porcentaje total de notas correctamente entonadas con arreglo a un sistema concreto en el ámbito de una tonalidad o sección (ver tabla 1).

---

<sup>62</sup> *ibid.*, 105.

<sup>63</sup> Entendiendo esta variable como el tiempo medio que emplea a la semana un individuo en intentar mejorar sus capacidades como violinista a través de la práctica de obras y/o ejercicios, cabría resaltar, casi a modo de obligado apunte, el estudio llevado a cabo a finales del siglo pasado por Anders Ericsson (Universidad de Colorado), Ralph Th. Krampe y Clemens Tesch-Römer (ambos pertenecientes al Instituto Max Planck), en el que se afirma que las diferencias observadas entre violinistas a nivel de ejecución, incluidos aquellos que podríamos considerar de élite, tienen una relación directa con el número de horas de práctica, poniendo así en tela de juicio el rol que tradicionalmente se ha otorgado al talento innato. Ver Karl Anders Ericsson, Ralf T. Krampe, y Clemens Tesch-Römer, "The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance", *Psychological Review* 100, nº 3 (1993), 363-406, <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.100.3.363>.



Otra variable a tener en cuenta a nivel interno es la desviación de la entonación, expresada en *cents* (en adelante, *c*), de cada participante en cada uno de los modelos o sistemas propuestos. Al igual que con las variables anteriores, hablamos de tres variables cuantitativas continuas: desviación de la entonación, expresada en *c*, de cada participante en el ámbito del sistema puro (*Var.desv.Just*), desviación de la entonación, expresada en *c*, de cada participante en el ámbito del sistema de Temperamento Igual (*Var.desv.ET*), y desviación de la entonación, expresada en *c*, de cada participante en el ámbito del sistema pitagórico (*Var.desv.Pythag*). De estas variables se obtienen, además, las tres variables continuas mencionadas en el párrafo anterior (*Var.total.Just*, *Var.total.ET*, y *Var.total.Pythag*), por lo que su relevancia es fundamental en el marco de la investigación. Asimismo, cabe resaltar que las variables relacionadas con la desviación de la entonación de cada participante se obtienen, a su vez, de otras variables cuantitativas continuas que representan, respectivamente, las frecuencias expresadas en hercios que ha entonado cada participante (*Var.Freq*), las frecuencias expresadas en hercios del modelo correspondiente al sistema puro (*Var.Just*), las frecuencias expresadas en hercios del modelo correspondiente al sistema de Temperamento Igual (*Var.ET*), y las frecuencias expresadas en hercios del modelo correspondiente al sistema pitagórico (*Var.Pythag*). Las transformaciones de las distintas variables se llevan a cabo a través de procedimientos matemáticos, de modo que para obtener la desviación de la entonación de cada participante en cada uno de los tres modelos o sistemas propuestos, se aplica a la variable *Var.Freq* la siguiente fórmula, empleada para convertir en cents las ratios de frecuencia expresada en hercios de un intervalo musical:  $c = 1200 \times 3.322038403 \log_{10} (f_2 / f_1)$ .<sup>64</sup> Asimismo, para hallar los porcentajes totales de notas correctamente entonadas por cada participante en cada uno de los tres modelos o sistemas (*Var.total.Just*, *Var.total.ET*, y *Var.total.Pythag*), se seleccionan los valores de las variables relacionadas con la desviación de la entonación de cada participante en cada uno de los modelos (*Var.desv.Just*, *Var.desv.ET*, y *Var.desv.Pythag*) que cumplan la condición de ser mayores o iguales que -4 y menores o iguales que 4. En otras palabras, se concede a los participantes un margen de error de  $\pm 4 c$  para determinar si han entonado correctamente una altura en el marco de un modelo concreto.<sup>65</sup> Así pues, todas aquellas notas entonadas por cada participante que no se desvíen

<sup>64</sup>  $f_2$  equivaldría a *Var.Freq* ( $f_2 = \text{Var.Freq}$ ), mientras que  $f_1$  equivaldría a o bien a *Var.Just*, a *Var.ET* o a *Var.Pythag* ( $f_1 = \text{Var.Just} \mid \text{Var.ET} \mid \text{Var.Pythag}$ ). En relación a la fórmula empleada, consultar “Tontechnik - Rechner”, Sengpielaudio, consultado el 31 de julio de 2022, <http://www.sengpielaudio.com/calculator-centsratio.htm>.

<sup>65</sup> Si bien puede ser complicado cuantificar en *cents* la resolución auditiva del oído humano, hay evidencias de que dicha resolución puede variar notablemente en función a parámetros como el timbre (consultar Sean Hutchins, Catherine Roquet, e Isabelle Peretz, “The Vocal Generosity Effect: How Bad Can Your Singing Be?”, *Music Perception* 30, nº 2 [marzo, 2012]: 147-159, <http://dx.doi.org/10.1525/mp.2012.30.2.147>; o Geringer,

del modelo más de 4  $c$  hacia arriba o hacia abajo se considerarán como correctamente entonadas, es decir, afinadas. De esta selección nacen tres nuevas variables nominales dicotómicas por participante (*Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*), las cuales recogen los aciertos y errores cometidos en el marco de cada sistema, y de las cuales se desprenden los porcentajes recogidos en las antedichas *Var.total.Just*, *Var.total.ET*, y *Var.total.Pythag*. La Tabla 1 muestra, a modo de resumen, lo expuesto hasta el momento:

**Tabla 1.** Variables y su transformación

Variables. Nivel 1 (cuantitativas, continuas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Var.Freq</i>: frecuencias expresadas en hercios entonadas por cada participante.</li> <li>- <i>Var.Just</i>: frecuencias expresadas en hercios del modelo correspondiente al sistema puro.</li> <li>- <i>Var.ET</i>: frecuencias expresadas en hercios del modelo correspondiente al sistema de Temperamento Igual.</li> <li>- <i>Var.Pythag</i>: frecuencias expresadas en hercios del modelo correspondiente al sistema pitagórico.</li> </ul>
Aplicación de la fórmula $c = 1200 \times 3.322038403 \log_{10} (f_2 / f_1)$ para hallar la desviación de la entonación de cada participante en cada uno de los tres modelos o sistemas propuestos.	
Variables. Nivel 2 (cuantitativas, continuas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Var.desv.Just</i>: desviación de la entonación, expresada en <math>c</math>, de cada participante en el sistema puro.</li> <li>- <i>Var.desv.ET</i>: desviación de la entonación, expresada en <math>c</math>, de cada participante en el sistema de Temperamento Igual.</li> <li>- <i>Var.desv.Pythag</i>: desviación de la entonación, expresada en <math>c</math>, de cada participante en el sistema pitagórico.</li> </ul>

MacLeod, y Sasanfar, “In Tune or Out of Tune”) o la educación musical (ver Cristophe Micheyl, Karine Delhommeau, Xavier Perrot, y Andrew J. Oxenham, “Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination”, *Hearing Research* 219, [septiembre 2006]: 36-47, <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2006.05.004>). No obstante, hay autores que han constatado la capacidad del oído humano para detectar diferencias de 3.5  $c$  (ver B.C.J. Moore, “Frequency difference limens for short-duration tones”, *The Journal of the Acoustical Society of America* 54, n° 3: 610-619, <https://doi.org/10.1121/1.1913640>), de entre 2.8  $c$  y 1.7  $c$  en sujetos con formación musical, y de entre 16.5  $c$  y 13.1  $c$  en individuos sin formación musical (consultar, nuevamente, Micheyl, Delhommeau, Perrot, y Oxenham, “Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination”). Aun así, en el marco de esta investigación, y ante la falta de un consenso inequívoco a nivel científico, se ha optado por un margen comparativamente más “conservador” (4  $c$ ) que presupone, en base a la evidencia disponible, una formación musical.

**Tabla 1.** Variables y su transformación

---

Selección de los valores de las variables del Nivel 2 que cumplan la condición de ser mayores o iguales que -4 y menores o iguales que 4. Los valores seleccionados en base a este criterio constituirán notas correctamente entonadas.

---

Variables. Nivel 3 (nominales, dicotómicas)	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Var.aciert.Just</i>: aciertos y errores cometidos por cada participante en el marco del sistema puro.</li><li>- <i>Var.aciert.ET</i>: aciertos y errores cometidos por cada participante en el marco del sistema de Temperamento Igual.</li><li>- <i>Var.aciert.Pythag</i>: aciertos y errores cometidos por cada participante en el marco del sistema de pitagórico.</li></ul>
Cálculo de porcentajes.	
Variables. Nivel 4 (cuantitativas, continuas)	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Var.total.Just</i>: porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el sistema puro.</li><li>- <i>Var.total.ET</i>: porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el sistema de Temperamento Igual.</li><li>- <i>Var.total.Pythag</i>: porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el sistema pitagórico.</li></ul>
Segmentación	
Variables. Nivel 5 (cuantitativas, continuas)	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Var.total.[tonalidad]Just</i>: porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad y con arreglo al sistema puro.</li><li>- <i>Var.total.[tonalidad]ET</i>: porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad y con arreglo al sistema de Temperamento Igual.</li><li>- <i>Var.total.[tonalidad]Pythag</i>: porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad y con arreglo al sistema pitagórico.</li></ul>

---

*Fuente:* Elaboración propia.

Finalmente, cabe mencionar otras variables cualitativas de relevancia, como pueden ser variables de tipo nominal como el centro de estudios (*Var.centro*) o el sexo (*Var.sexo*), o de carácter ordinal, como es el curso (*Var.curso*).

# **CAPÍTULO SEGUNDO: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN**



## 2.1 LA AFINACIÓN COMO BASE DE LA ENTONACIÓN: LA ETERNA CUADRATURA DE UN CÍRCULO

Podría decirse que que la afinación y, en consecuencia, la entonación<sup>66</sup> son, en cierto modo, un rompecabezas sin solución o, al menos, sin una solución satisfactoria e universal para todos los momentos, contextos y escenarios. La razón, ya sugerida por el compositor inglés William Gardiner en 1832, es que la naturaleza parece habernos legado una suerte de oxímoron físico: la obtención de notas musicales a través de intervalos perfectamente afinados entre sí da lugar a notas e intervalos no perfectamente afinados (cuando no directamente desafinados) entre sí. En palabras de Gardiner:

Un tubo de quince pulgadas de largo (sin importar su diámetro) sonará una octava por encima de otro que tenga treinta pulgadas de largo; y con veinte pulgadas, siendo éstas dos quintos de treinta, sonará una quinta por encima. Sobre unos hechos tan sencillos, podríamos suponer, se fundamenta la escala musical; pero cuando nos disponemos a afinar un piano, y superponemos las quintas unas a otras, vemos que, para nuestra sorpresa, el último *do* está demasiado alto con respecto al *do* con el que hemos empezado. Nadie ha conseguido solventar esta inexplicable dificultad; la Deidad, con objeto de mostrar su inescrutable poder, parece haberla dejado inacabada.<sup>67</sup>

Un ejemplo paradigmático de lo anterior lo constituiría una serie de doce intervalos de quinta afinados de forma pura, es decir, afinados conforme a su ratio natural de 3:2.<sup>68</sup> Así pues, si comenzáramos dicha serie desde la nota *do* (sin importar la octava), el primer intervalo de quinta lo constituirían las notas *do* y *sol*, el segundo *sol* y *re*, el tercero *re* y *la*, el cuarto *la* y *mi*, el quinto *mi* y *si*, y así sucesivamente hasta llegar de nuevo al *do* —éste estaría siete octavas por encima del *do* inicial— a través de la última y duodécima quinta, formada por las notas *fa* y *do*. Llegados a este punto, parecería lógico pensar que la primera y última nota de la serie (*do* y *do* sobreagudo) son, en esencia, la misma nota, es decir, si ambas fueran tocadas a la vez, deberían sonar en perfecta consonancia a pesar de encontrarse en octavas distintas. No obstante, y tal y como sugería Gardiner, pareciera que la Naturaleza (o la Deidad) hubiera optado por dejar inacabada su obra, pues, a pesar de haberse obtenido doce notas musicales a través de intervalos perfectamente afinados, la primera y última nota de

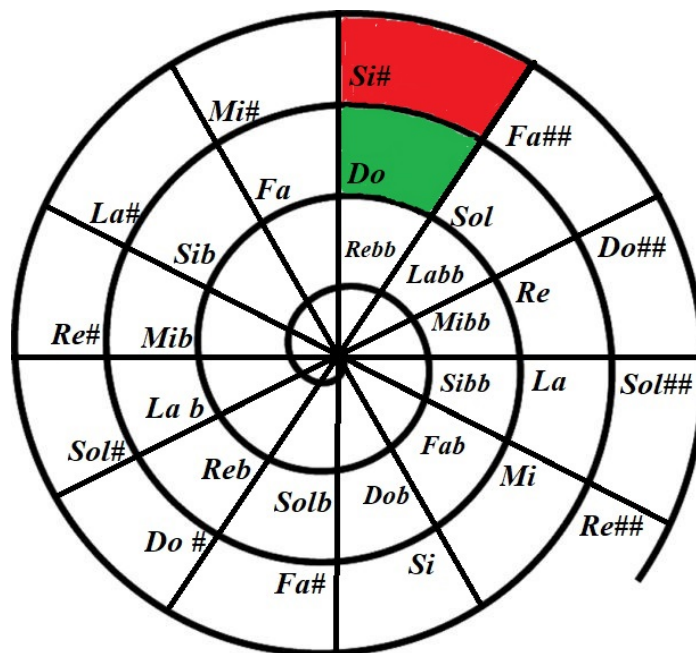
---

<sup>66</sup> Tal y como se comentaba en el capítulo anterior (ver nota 3), el término “afinación” se circunscribe, en el ámbito de esta investigación, al previo ajuste de un instrumento, mientras que la “entonación” se limita a la producción de alturas una vez ajustado dicho instrumento. Es por ello que consideramos la “afinación” como base de la “entonación”, estando esta última supeditada a la primera.

<sup>67</sup> William Gardiner, *The Music of Nature* (Londres: Longman, 1832), 456.

<sup>68</sup> Más adelante se expondrán tanto el origen como la justificación física y matemática de dicha ratio.

dicha serie estarían desafinadas entre sí. Asimismo, si hubiéramos de comparar la primera nota de la serie con la quinta (*do* y *mi*), obtendríamos un intervalo de tercera mayor demasiado amplio como para satisfacer al oído. Lo mismo ocurriría al comparar la quinta nota con la novena (*mi* y *sol*), o la décima con la tercera (*sib* y *re*). Por otra parte, si hubiéramos de disponer las notas de la serie en forma de círculo, asistiríamos, quizás con cierta sorpresa, al germen de una suerte de espiral (figura 8), ya que los extremos del supuesto círculo (respectivamente, *do* y *do* sobreagudo) jamás llegarían a tocarse, impidiendo así la formación de una circunferencia perfecta.<sup>69</sup>



**Figura 8.** Espiral formada por una serie de quintas puras encadenadas.  
(Elaboración propia).

Lo expuesto sucintamente en los párrafos anteriores, no sólo evidencia el oxímoron físico al que se hacía referencia al comienzo del epígrafe, sino que también constituye el germen del laberinto que forman tanto la afinación como la entonación no sólo a nivel de un instrumento particular, como podría ser el violín, sino también a nivel general, ya sea este nivel de carácter musical o físico-matemático. Por razones obvias, este capítulo se centrará en aspectos eminentemente musicales, si bien los aspectos físico-matemáticos de la

<sup>69</sup> Un ejemplo enormemente ilustrativo, tanto a nivel acústico como visual, de lo que ocurre al encadenar doce quintas puras puede encontrarse en el canal de YouTube especializado en la divulgación de música antigua y aspectos relacionados con ésta *Early Music Sources*. Ver, a tal respecto, “Temperaments - What you need to know”, *Early Music Sources*, vídeo de YouTube, de 2:02 a 2:36, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources)



afinación/entonación no pueden dejarse a un lado. Además, tales fundamentos han tenido una enorme repercusión en la obra y pensamiento de distintas figuras del campo de la ciencia y la filosofía. Entre dichas figuras cabría destacar al filósofo y matemático griego Pitágoras (570 - 480 a.C.), al filósofo e historiador griego Plutarco (45 - 125), al astrónomo y matemático griego Claudio Ptolomeo (100 - 170), al teólogo cristiano San Agustín de Hipona (354 - 430), al astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler (1571 - 1630), o al físico inglés sir Isaac Newton (1643 - 1727), entre otros.<sup>70</sup>

### 2.1.1 Fundamentos físico-matemáticos de la afinación/entonación

Para comprender mejor la dimensión físico-matemática de la afinación/entonación, así como sus no pocas implicaciones a nivel teórico y práctico, es necesario entender que éstas se basan, en primera instancia, en un hecho físico, natural y no sujeto a convenciones o preferencias culturales<sup>71</sup> —si bien estas últimas pueden jugar un papel determinante en la manipulación humana de tal realidad física— que recibe el nombre de serie armónica.<sup>72</sup>

A modo de ilustración de lo anterior, imaginemos una cuerda de un metro de largo que vibra a una frecuencia de cien veces por segundo (100 hz). Dicha vibración, al ser regular y sostenida en el tiempo, sería percibida por el oído humano como una altura o, lo que es lo mismo, una nota musical a la que podríamos poner un nombre. No obstante, sea cual fuere su nombre musical, a nivel físico y acústico, dicha altura recibiría la denominación de nota fundamental, pues “dentro” de ella suenan simultáneamente otras alturas más agudas —algunas perceptibles por el oído humano; otras no— que reciben el nombre de armónicos. Esto ocurre merced a lo que se conoce como vibración fraccionada, es decir, la antedicha cuerda no sólo vibra como una sola unidad, sino que sus distintas partes (mitades, tercios, cuartos, etc.) vibran de forma simultánea a modo de pequeñas subunidades (figura 10). Así pues, si la vibración de la cuerda a la que se hacía mención al principio se correspondiera con

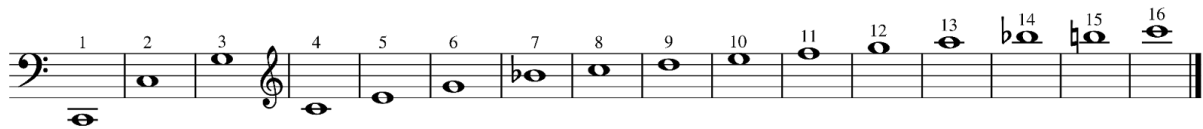
---

<sup>70</sup> A este respecto, el subepígrafe 2.1.2 aporta un relato detallado.

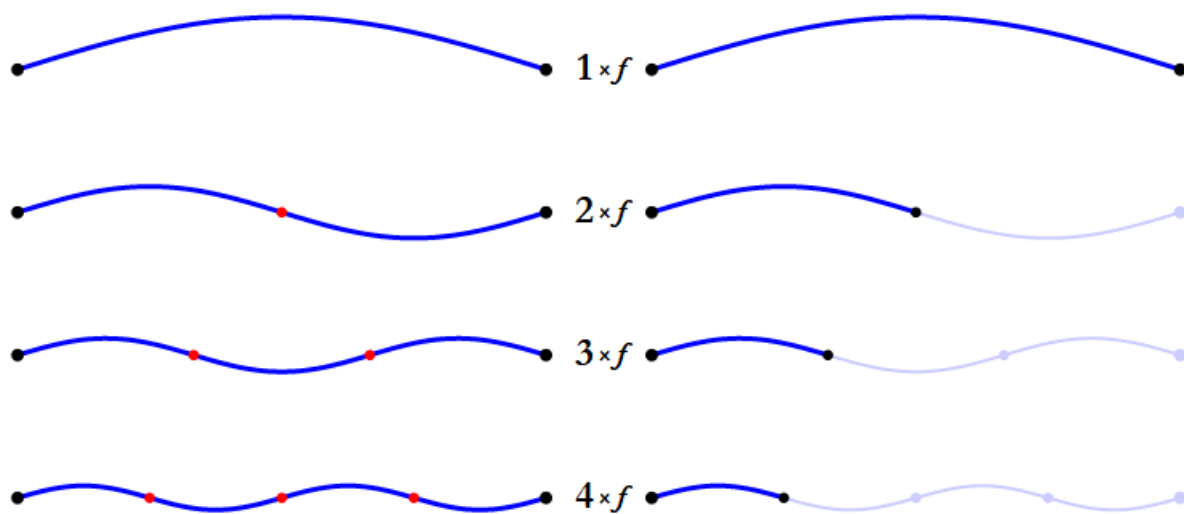
<sup>71</sup> En este sentido, el académico canadiense Ross W. Duffin es claro: “La respuesta está en la ciencia de la acústica musical, una rama de la física que estudia los sonidos musicales y las relaciones entre ellos. Esto [la base física de la afinación/entonación] es algo que no se puede disimular o cambiar. Es como es”. Consultar Ross W. Duffin, *How Equal Temperament Ruined Harmony (and why you should care)* (Nueva York: W.W. Norton & Company, 2007), 14.

<sup>72</sup> Tal y como relata Duffin, la serie armónica es un fenómeno acústico que consiste en una secuencia de alturas relacionadas con una altura fundamental. De hecho, todas y cada una de las alturas que integran la secuencia se corresponden con los múltiplos de la frecuencia (altura) fundamental. Así pues, si dicha frecuencia fundamental es de, por ejemplo, 100 hercios (en adelante, hz), la segunda nota de la secuencia vibrará a 200 hz, la tercera a 300 hz, y así sucesivamente. Estas alturas, en cierto modo surgidas de la altura fundamental, reciben el nombre de armónicos, y juegan un papel destacado en la variabilidad de timbres de los distintos instrumentos. Ver Duffin, *How Equal Temperament*, 14.

la nota *do*, sus distintas partes (mitades, tercios, etc.) vibrarían a su vez produciendo las notas que aparecen en la figura 9.



**Figura 9.** Los primeros 16 armónicos de la serie armónica partiendo de la nota *do*<sub>1</sub>.  
(Elaboración y edición propias).



**Figura 10.** Ilustración de la vibración fraccionada de una cuerda. (Formato de Intercambio de Gráficos [GIF] creado por Lucas Vieira, bajo licencia Creative Commons [CC0]).

Partiendo de lo que se ha mencionado con anterioridad, es fácil ver cómo los armónicos de, en este caso, *do*<sub>1</sub>, es decir, la serie de notas que suenan de forma simultánea “dentro” de dicho *do*<sub>1</sub>, guardan una relación matemática directa con su nota fundamental. En este sentido, el segundo armónico, *do*<sub>2</sub>, guarda una relación de 2:1 con respecto al *do*<sub>1</sub> inicial, ya que si la cuerda vibrara con una frecuencia de, digamos, 100 hz, sus respectivas mitades vibrarán al doble de frecuencia, es decir, a 200 hz, dando lugar así a lo que se denomina como intervalo de octava (*do*<sub>1</sub> - *do*<sub>2</sub>). De forma similar, el tercer armónico (*sol*<sub>2</sub>), se obtiene a partir de la división de la mitad de la cuerda en tres partes iguales, guardando, pues, una relación matemática de 3:2 con el armónico anterior, y de 3:1 con la nota fundamental. En otras

palabras, si el  $do_1$  fundamental vibrara a 100 hercios, el tercer armónico ( $sol_2$ ) vibraría a 300 hercios. Del ratio 3:2 surge, pues, el intervalo de quinta.

Los demás intervalos —segundas, terceras, cuartas, sextas y séptimas—, así como sus distintas variantes —menores, mayores, perfectos, aumentados, disminuidos, etc.—, se obtienen de igual modo a partir de ratios derivadas del lugar que ocupan las distintas alturas en la serie armónica. De dichas relaciones, además, se deduce qué proporción de nuestra cuerda imaginaria tendría que vibrar para obtener un intervalo concreto.

A continuación, se ofrece la Tabla 2 como una tabla ilustrativa con algunos de los intervalos puros —intervalos musicales en los que la distancia entre las notas es la que marca la propia naturaleza (serie armónica), y no una determinada convención social o cultural—, sus ratios y su correspondencia con los distintos armónicos de la serie armónica.

**Tabla 2.** Intervalos, sus ratios naturales y la posición del armónico en la serie armónica

Intervalo	Ratio	Posición del armónico
Unísono ( <i>do - do</i> )	1:1	Primero
Segunda menor cromática ( <i>do - do<math>\sharp</math></i> )	135:128	Centésimo trigésimo quinto
Segunda menor diatónica ( <i>do - reb</i> )	16:15	Decimosexto
Segunda mayor (pequeña) ( <i>do - re</i> )	10:9	Décimo
Segunda mayor (grande) ( <i>do - re</i> )	9:8	Noveno
Tercera mayor ( <i>do - mi</i> )	5:4	Quinto
Tercera menor ( <i>do - mib</i> )	6:5	Sexto
Cuarta justa	4:3	Cuarto

**Tabla 2.** Intervalos, sus ratios naturales y la posición del armónico en la serie armónica

---

<i>(do - fa)</i>		
Quinta justa <i>(do - sol)</i>	3:2	Tercero
Sexta mayor <i>(do - la)</i>	5:3	Quinto
Sexta menor <i>(do - lab)</i>	8:5	Octavo
Séptima menor (grande) <i>(do - sib)</i>	9:5	Noveno
Séptima menor (pequeña) <i>(do - sib)</i>	16:9	Decimosexto
Séptima (mayor) <i>(do - si)</i>	15:8	Decimoquinto
Octava <i>(do - do')</i>	2:1	Segundo

---

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como puede verse en la tabla anterior, la serie armónica —en otras palabras, la Naturaleza— proporciona los moldes, los ratios, a partir de los cuales se construyen los intervalos puros. Tanto es así, que una mínima desviación de la distancia natural entre dos notas se traducirá, en cualquier oído humano sano e independientemente de si éste ha recibido educación musical o no, en lo que se conoce como batimiento: una suerte de fluctuación en la intensidad de un sonido que viene dado por la combinación de dos ondas sonoras sinusoidales de frecuencias levemente distintas.<sup>73</sup> Del fenómeno del batimiento se hablará más adelante, pues ha sido empleado a lo largo de la Historia para modificar de forma

---

<sup>73</sup> Una explicación pormenorizada del batimiento a nivel físico puede encontrarse en Arthur H. Benade, *Fundamentals of Musical Acoustics* (Nueva York: Dover Publications, Inc., 1990), 235-240.

controlada las antedichas distancias naturales entre notas, algo necesario en la afinación de instrumentos de alturas fijas como, por ejemplo, el piano o el clavicordio.<sup>74</sup>

Así las cosas, y siguiendo lo expuesto por Duffin, resulta difícil atribuir a la casualidad el hecho de que los intervalos más frecuentes en la música occidental —a saber: octavas, quintas, cuartas, terceras mayores y terceras menores— se correspondan con los primeros intervalos que aparecen en la serie armónica. En este sentido, es probable que los acordes sobre los que se cimenta una buena parte de la música europea no sean, tal y como afirma Duffin, necesariamente el resultado de una mera evolución cultural, sino que más bien se deriven de un fenómeno natural basado en una ciencia física como es la acústica.<sup>75</sup>

### **2.1.2 Influencia de los fundamentos físico-matemáticos de la afinación en el pensamiento filosófico y científico**

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, la tradición atribuye a Pitágoras el “descubrimiento” de las ratios numéricas sobre las que se cimentan los intervalos musicales de octava (2:1), quinta (3:2) y cuarta (4:3); un “descubrimiento” cuyo germen —narra la leyenda— fue el sonido que producían los distintos martillos de un herrero al golpear un yunque.<sup>76</sup> Fuera como fuere, y tal y como expone el especialista en historia y teoría musical antiguas Thomas J. Mathiesen, tales consonancias (octava, quinta y cuarta), basadas además en los primeros cuatro números naturales, eran vistas por los pitagóricos como paradigmáticas en tanto en cuanto convertían elementos numéricos en elementos de todo, y el cosmos en armonía y número.<sup>77</sup> De esta idea, continúa Mathiesen, emergen dos nociones: por un lado, el cosmos como armonía musical —una noción que, en esencia, establecía una correspondencia entre las proporciones numéricas de los intervalos musicales y el movimiento de los cuerpos celestes—, y por otro lado, la música como ciencia reveladora de los secretos de la naturaleza. Además, la música es concebida como una fuerza influyente en

---

<sup>74</sup> Para información más detallada sobre batimientos y afinación, consultar Murray Campbell, Clive A. Greated, y Arnold Myers, *Musical Instruments: History, Technology, and Performance of Instruments of Western Music* (Oxford: Oxford University Press, 2004), 26; y Rudolf A. Rasch, “Theory of Helmholtz-Beat Frequencies”, *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 1, nº 3 (primavera 1984): 308-322, <http://www.jstor.org/stable/40285263>.

<sup>75</sup> “Chords in the Western (that is European) music tradition, therefore, are not merely a culturally evolved arrangement of musical sounds into a system but a natural phenomenon based on the physical science of acoustics”. Ver Duffin, *How Equal Temperament*, 14.

<sup>76</sup> Leyenda recogida en Duffin, *How Equal Temperament*, 17; y en Stuart Isacoff, *Temperament. How Music Became a Battleground for the Great Minds of Western Civilization* (Nueva York: Vintage Books, 2003), 34.

<sup>77</sup> Thomas Mathiesen, “Antiquity and the Middle Ages,” en *The Routledge Companion to Philosophy and Music*, ed. Theodore Gracyk y Andrew Kania (Nueva York: Routledge, 2011), 258.

el carácter de los individuos y de la sociedad.<sup>78</sup> Así pues, con Pitágoras y los pitagóricos se sientan las bases no sólo de conceptos y nociones filosóficas y/o científicas, sino también de la afinación como hecho físico-matemático (ratios numéricos) y musical (influencia sobre el carácter humano).

La influencia de Pitágoras —incluyendo la antedicha noción del cosmos como armonía musical— es también palpable en la obra de Platón, siendo especialmente prominente en obras como *Timeo* y *República*.<sup>79</sup> Así pues, en el caso de *Timeo*, Mathiesen destaca el uso que hace Platón del vocablo griego *harmonia*, que el filósofo ateniense emplea para referirse a las distintas partes del alma universal en los términos de los ratios musicales propuestos por Pitágoras. Mientras tanto, en la obra *República*, el mismo vocablo es empleado para hacer alusión a las distintas escalas o modos conocidos popularmente como “griegos”, a saber: el modo dórico, el frigio, el lidio, etc.<sup>80</sup> Al final de la *República*, además, se presenta lo que se conoce como Mito de Er, una historia de muerte y resurrección en la que se tratan temas como la inmortalidad del alma o la armonía del cosmos. A respecto de esta idea última, Mathiesen destaca la parte en la que ocho sirenas, cada una situada en una órbita del cosmos platónico (siete órbitas planetarias y una correspondiente a las estrellas fijas), producen ocho alturas o notas simultáneas que se funden en “una sola *harmonia*”, referenciando así, y de forma implícita, la noción pitagórica del cosmos como armonía musical.<sup>81</sup>

La concepción de la música como elemento místico, matemático y cósmico, tan ligada a la tradición griega y, dentro de ésta, a las tradiciones pitagórica y platónica, anteriormente expuestas, resultó ser un modelo dominante hasta bien entrado el Renacimiento, tal y como afirma el académico Stephen Davies.<sup>82</sup> Así pues, hacia comienzos de nuestra era, autores como Plutarco (circa 46 - c. 120), Nicómaco de Gerasa (c. 60 - c. 120) y Claudio Tolomeo (c. 100 - c. 170) exploraron, comentaron y desarrollaron lo expuesto por Pitágoras y Platón en relación a la música, contribuyendo así prolongar la vigencia del paradigma pitagórico-platónico, cuyo testigo habían de recoger, en los albores de la Edad Media, el

---

<sup>78</sup> *ibid.*

<sup>79</sup> Además de lo expuesto por Mathiesen, especialmente con respecto al *Timeo*, cabe resaltar a Halliwell en relación a la música en la *República*. Ver Stephen Halliwell, “Plato” en *The Routledge Companion to Philosophy and Music*, ed. Theodore Gracyk y Andrew Kania (Nueva York: Routledge, 2011), 309-312.

<sup>80</sup> Mathiesen, “Antiquity and the Middle Ages”, 259.

<sup>81</sup> *ibid.*

<sup>82</sup> Stephen Davies, “Analytic Philosophy and Music,” en *The Routledge Companion to Philosophy and Music*, ed. Theodore Gracyk y Andrew Kania (Nueva York: Routledge, 2011), 295.

teólogo Agustín de Hipona (354 - 430), más conocido como San Agustín, y el filósofo y también santo Severino Boecio (c. 480 - c. 524).<sup>83</sup>

En el caso de San Agustín, el anteriormente referenciado Isacoff habla de cómo el santo veía en las “proporciones mágicas de la música” un plan revelado por Dios para la construcción de sus iglesias.<sup>84</sup> No en vano, el santo de Hipona escribió, entre otras muchas obras, *De Musica* (387 - 391), una suerte de tratado dividido en seis libros cuyo contenido —si bien éste puede considerarse como mero pretexto para hablar de la Divinidad, tal y como afirman autores como Casas—<sup>85</sup> aborda diversas cuestiones eminentemente musicales como son el ritmo, el sonido o el silencio. Además, la dimensión numérica de la música, crucial en lo que a la afinación respecta y tan ligada a Pitágoras, es igualmente tratada en *De Musica*, si bien dicha dimensión numérica es planteada desde el punto de vista del ritmo.<sup>86</sup> Así pues, para San Agustín la música tiene —en palabras de Mathiesen— una dimensión tanto sensorial como sensual, así como también mueve al alma a imitar la armonía numérica —una noción pitagórica, de nuevo—, llevando así al espíritu al amor de Dios.<sup>87</sup>

En lo que respecta a Boecio, la música es vista también desde la óptica pitagórica y por tanto numérica, tal y como refleja su conocido *De institutione musica*, en el que se lleva a cabo la célebre división entre *musica mundana*, que hace referencia a la música del cosmos en su sentido más pitagórico; *musica humana*, que hace referencia a la música del alma; y *musica instrumentalis* o la música producida por voces e instrumentos.<sup>88</sup> Así pues, Boecio contribuye de forma decisiva al asentamiento de lo que se conocerá como *quadrivium* a lo largo de toda la Edad Media —el vocablo *quadrivium* incluso se atribuye directamente a Boecio—, y que incluía disciplinas como la música, la aritmética, la geometría y la astronomía.<sup>89</sup> Además, en lo que concierne a las dimensiones filosófica y científica de la música, el concepto de *musica mundana* de Boecio fue decisivo a la hora de proyectar hacia el futuro la antedicha noción pitagórica del cosmos como armonía musical; una noción cuya plasmación más clara es quizás la que aparece en la célebre *Historia Natural* de Plinio el Viejo (23 - 79):

---

<sup>83</sup> Ver, nuevamente, Mathiesen, “Antiquity and the Middle Ages” 268-269.

<sup>84</sup> Isacoff, *Temperament*, 16.

<sup>85</sup> Francisco José Casas Restrepo, “¿Es el De Música de San Agustín un tratado sobre el arte musical?,” *Franciscanum* 58, n° 166 (diciembre 2016): 117-145, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5632773>.

<sup>86</sup> Ver Mathiesen, “Antiquity and the Middle Ages,” 268.

<sup>87</sup> *ibid.*

<sup>88</sup> *ibid.*

<sup>89</sup> *ibid.*

Pero ocasionalmente Pitágoras recurre a la teoría musical, estableciendo la distancia de un tono como la existente entre la Tierra y la Luna, de un semitono entre la Luna y Mercurio, así como entre Mercurio y Venus; de un tono y medio entre Venus y el Sol, de un tono entre el Sol y Marte (la misma que entre la Tierra y la Luna), de medio tono entre Marte y Júpiter, de medio tono entre Júpiter y Saturno, y de tono y medio entre Saturno y el zodiaco, produciendo así los siete tonos [notas] el conocido como diapasón, es decir, la armonía universal.<sup>90</sup>

Hacia comienzos del siglo XVII, la noción de un cosmos regido por proporciones musicales fue explorada y ampliada por el astrónomo alemán Johannes Kepler (1571 - 1630), quien en el año 1619 publicó su famoso *Harmonices Mundi* (*Armonía de los mundos*), donde postula, entre otras cosas, y tal y como afirma el académico Bruce Stephenson, que la influencia de la música sobre el alma humana depende de ciertas ratios, a su vez derivadas de la geometría eterna de los polígonos regulares.<sup>91</sup> En este sentido, podría decirse que Kepler bebe del viejo postulado pitagórico (antes citado) en base al cual la música, dadas sus proporciones numéricas, se convierte en una suerte de ciencia reveladora de los secretos de la naturaleza y del cosmos. Tanto es así que el tercer libro de *Harmonices Mundi* está dedicado de forma exclusiva a la teoría musical, que Kepler presenta de una forma, podría decirse, más “terrenal” en tanto en cuanto habla de conceptos que no serían necesariamente ajenos a los oídos de un músico de nuestro tiempo. Hablamos, pues, de conceptos como la consonancia, la disonancia, los distintos tipos de escalas y acordes, y, cómo no, de la afinación.<sup>92</sup>

En lo que a la afinación respecta, Stephenson habla de la importancia de entender el contexto musical en el que se enmarca *Harmonices Mundi*;<sup>93</sup> un contexto musical que, hacia finales del siglo XVI, estaba definido por la música polifónica de grandes maestros como Giovanni Pierluigi da Palestrina (1525 - 1594) o Tomás Luis de Victoria (1548 - 1611), entre otros. A este respecto, Stephenson habla del gusto de Kepler por la música polifónica, y de cómo tal gusto influyó en su pensamiento, llegando incluso el alemán a buscar una justificación geométrica para la existencia de siete consonancias básicas, a saber: la octava, la quinta, la cuarta, la tercera mayor, la tercera menor, la sexta mayor y la sexta menor.<sup>94</sup>

No es de sorprender, pues, que el paradigma polifónico vigente en el siglo XVI influyera de forma notable en la visión kepleriana del cosmos, especialmente teniendo en cuenta que el

---

<sup>90</sup> Plinio, *Natural History* (Cambridge: Harvard University Press, 1967), 227-229.

<sup>91</sup> Bruce Stephenson, *The Music of the Heavens. Kepler's Harmonic Astronomy* (Princeton: Princeton University Press, 1994), 118-125.

<sup>92</sup> *ibid.*

<sup>93</sup> *ibid.*

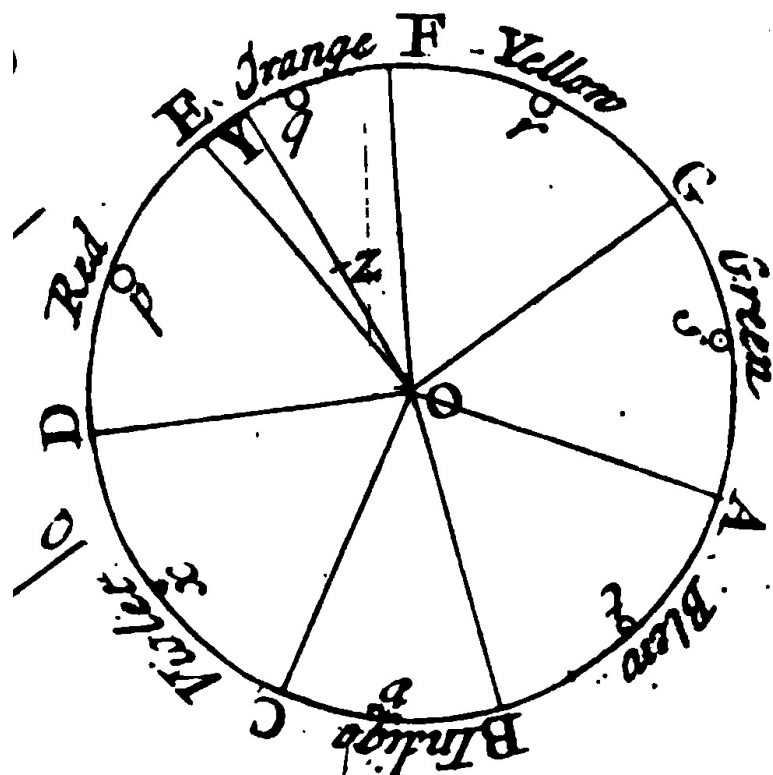
<sup>94</sup> *ibid.*



alemán —que partía de la vieja noción griega de que el movimiento de los cuerpos celestes en el cosmos producía distintas alturas o notas musicales— dedicó el libro quinto de su *Harmonices Mundi* a analizar, entre otras cosas, los grandes acordes que producía el movimiento conjunto de los distintos planetas.<sup>95</sup>

Por otra parte, el gusto de Kepler por la música polifónica es indicativo, tal y como sugiere el antedicho Stephenson, de un cambio en el paradigma de afinación de su época, más concretamente hacia lo que se conoce como afinación justa o pura, donde las terceras y las sextas son tratadas como consonancias, y en detrimento del sistema de afinación vigente durante la Edad Media, es decir, la afinación por quintas, también conocida como pitagórica.<sup>96</sup>

Al igual que Kepler, sir Isaac Newton (1642 - 1726) recurrió también a las proporciones de la música para explicar la descomposición de la luz solar en varios colores al pasar a través de un prisma de cristal, tal y como se atisba en la figura 11.



**Figura 11.** Círculo cromático de Newton, tal y como aparece en su tratado *Opticks* (1704), en el que se asocian colores (*red* [rojo], *orange* [naranja], *yellow* [amarillo], *green* [verde], *blue*

<sup>95</sup> *ibid.*

<sup>96</sup> De las características de los sistemas puro y pitagórico se dará buena cuenta más adelante. En relación a lo expuesto sobre Kepler ver, nuevamente, Stephenson, *The Music of the Heavens*, 118-119.

[azul], *indigo* [añil] y *violet* [violeta]) con siete alturas musicales (D [*re*], E [*mi*], F [*fa*], G [*sol*], A [*la*], B [*si*] C [*do*]). (Edición londinense de 1730, pp. 134-135).

La figura anterior muestra cómo Newton llegó a formar parte de la larga lista de filósofos y/o científicos que, antes del advenimiento de la ciencia moderna, usaban la música como herramienta para desentrañar los misterios naturales.<sup>97</sup> El caso del inglés, además, no se limitó exclusivamente a la óptica, ya que, tal y como indica Isacoff, a Newton le fascinaban las paradojas existentes en el mundo de la afinación/entonación,<sup>98</sup> las cuales retaban, en cierto modo, la noción de una creación divina perfecta.<sup>99</sup> No en vano, Isacoff apunta a los análisis matemáticos de varias escalas musicales que el joven Newton llevó a cabo en sus años de estudiante, llegando a crear una unidad matemática estándar para medir la distancia entre notas.<sup>100</sup> A pesar de todo, el inglés admitía, según Isacoff, que las proporciones dadas por la naturaleza para los distintos intervalos musicales eran poco prácticas, y que era necesario un sistema de afinación que reconciliara hombre y cielo.<sup>101</sup>

### 2.1.3 La afinación como base de la entonación a través de la Historia: los distintos sistemas

Por sistema de afinación, entendemos el conjunto de reglas o principios teóricos en base a los cuales se establecen las distancias entre distintas notas a partir de otra nota preestablecida que podríamos denominar referencia. Aun así, y tal y como se sugería al comienzo de este trabajo,<sup>102</sup> el significado del término “afinación” es, como tanta otra terminología relacionada con la música, en cierto modo ambiguo. En este sentido, la Real Academia Española (en adelante, RAE) habla de “acción y efecto de afinar”, aportando a su vez dos acepciones de carácter musical para el verbo “afinar”; por un lado, “poner en tono justo los instrumentos musicales con arreglo a un diapasón o acordarlos bien unos con otros”; por otro, “cantar o tocar entonando con perfección los sonidos”.<sup>103</sup> Es por ello que, en el marco de la presente investigación, se ha optado por la anteriormente explicada

---

<sup>97</sup> Para una contextualización más pormenorizada de la relación de Newton y su obra con la música, ver Isacoff, *Temperament*, 16, 18-29.

<sup>98</sup> En este sentido, cabría remitirse a la suerte de paradoja expuesta por Gardiner, recogida al comienzo de este epígrafe.

<sup>99</sup> Isacoff, *Temperament*, 29.

<sup>100</sup> *ibid.*

<sup>101</sup> *ibid.*

<sup>102</sup> Ver epígrafe 1.1, nota 3.

<sup>103</sup> *Diccionario de la lengua española*, Edición del Tricentenario, Real Academia Española, s.vv. “afinación (f.)”, “afinar (tr.)”, consultado el 28 de septiembre de 2021, <https://dle.rae.es/>.

diferenciación entre “afinación” y “entonación”, siendo la primera la viga maestra sobre la que descansa la segunda.

Así las cosas, los criterios y postulados en base a los cuales se establecen las distancias entre las distintas notas musicales han ido cambiando a lo largo de los siglos, dando lugar a diversos sistemas de afinación —entre ellos, los distintos temperamentos, de los que también se hablará más adelante— cuyo impacto en las sonoridades musicales de las distintas épocas ha sido y es, podría decirse, considerable.<sup>104</sup> Así pues, ante las preguntas que podrían derivarse de las antedichas definiciones de la RAE, a saber: ¿qué significa entonar con perfección los sonidos? o ¿qué significa acordar (afinar) bien un instrumento con otro?, podríamos responder que significa hacerlo conforme a las relaciones establecidas en un sistema de afinación concreto; un sistema que podrá estar, además, integral, parcial o lejanamente basado en las proporciones de la antedicha serie armónica,<sup>105</sup> la cual no ha dejado de ser, en cierto modo, un modelo natural a replicar o manipular según diversas necesidades de tipo artístico, técnico o estético, tal y como se verá más adelante.

#### 2.1.3.1 La afinación en la Grecia antigua: afinación pitagórica y otros sistemas

Si bien es cierto que muchas de las peculiaridades y características de la música de la Antigüedad Clásica han estado, están y, muy probablemente, estarán siempre rodeadas de un cierto halo de misterio, hay rasgos de aquella música que, habiendo llegado a nuestros días a través de algunas fuentes, nos permiten realizar una pequeña aproximación u esbozo de las sonoridades que poblaron la vieja Hélade.<sup>106</sup>

Así pues, la piedra angular de la escala griega era, tal y como afirma Barbour, el tetracordo, es decir, una serie de cuatro notas descendentes que se ajustaría a lo que conocemos hoy en día como intervalo de cuarta. En este sentido, el tetracordo más común era el conocido como dórico, que estaba compuesto de dos tonos y un semitono. Las distintas escalas resultaban, pues, de diferentes combinaciones de tetracordos que se yuxtaponían de diversas formas, abarcando así la octava. No obstante, la manipulación de las distancias entre alturas dentro del propio tetracordo era también común, y se hacía en virtud de los tres

---

<sup>104</sup> Una de las autoridades al respecto, el musicólogo estadounidense James Murray Barbour (1897-1970) describe alrededor de 150 sistemas de afinación históricos distintos en su obra *Tuning and Temperament*. Ver James M. Barbour, *Tuning and Temperament. A historical Survey* (Nueva York: Dover Publications, Inc., 2004).

<sup>105</sup> Consultar, al respecto, el subepígrafe 2.1.1.

<sup>106</sup> Tal y como afirma Barbour, a nuestra confusión acerca de la música y teoría musical griegas contribuyen, por una parte, las disputas entre académicos sobre cómo interpretar las escalas modales, y, por otra, la escasez de material musical que ha llegado a nuestros días. Ver Babour, *Tuning and Temperament*, 29.

géneros musicales que existían en la antigua Grecia: el diatónico, el cromático y el enarmónico.<sup>107</sup>

Siguiendo, pues, lo expuesto por Barbour, un tetracordo diatónico podría corresponderse con las notas *la*, *sol*, *fa* y *mi*, mientras que en un tetracordo cromático la segunda nota (*sol*) descendería en afinación hasta mediar un semitono entre ésta y la tercera nota (*fa*), igualándose así las distancias entre la segunda y tercera nota (*sol<sup>b</sup> - fa*), y entre la tercera y la cuarta (*fa - mi*). En el caso del tetracordo enarmónico, la segunda nota (*sol*) bajaría hasta alcanzar el unísono con la tercera (*fa*); acto seguido, la tercera bajaría hasta quedar a medio camino entre la segunda (ahora *sol<sup>bb</sup>*) y la cuarta (*mi*).<sup>108</sup> En este sentido, es fácil ver cómo el tetracordo enarmónico contemplaba distancias aún más pequeñas que el semitono, lo cual da una idea de la complejidad a la que podían llegar, en términos de afinación, las escalas griegas. Aun así, cabría preguntarse hasta qué punto las distancias existentes entre las notas de las distintas escalas helenas —productos a su vez de las distintas combinaciones entre distintos tetracordos— se ajustaban a los ratios naturales de la serie armónica, es decir, a las proporciones que se dan en la naturaleza. En este sentido, las tablas del astrónomo y matemático griego Claudio Ptolomeo (100 - 170 d.C) —según Barbour, el compendio más completo de sistemas de afinación propuestos por distintos teóricos griegos de la Antigüedad, incluido el propio Ptolomeo—<sup>109</sup> aportan información valiosísima con respecto a los ratios (distancias) que habían de mediar entre las distintas notas de una escala; unas distancias que, como quizás cabría esperar, variaban de un teórico a otro.

Así las cosas, de entre el “catálogo” de sistemas de afinación recogidos por Ptolomeo cabría destacar dos pertenecientes al género diatónico —basados, por lo tanto, en un tetracordo formado por dos tonos y un semitono—, cuyo autor no es otro que el propio Ptolomeo.<sup>110</sup> Llamados ditónico y sintónico respectivamente, la relevancia de estos dos sistemas se fundamenta en la repercusión que ambos tuvieron en la música de épocas posteriores, especialmente durante el medievo y el Renacimiento.<sup>111</sup>

Presentado en forma de una escala heptatónica formada por dos tetracordos diatónicos, los ratios (distancias) que rigen el sistema de afinación ditónico propuesto por

---

<sup>107</sup> *ibid.*

<sup>108</sup> *ibid.*

<sup>109</sup> *ibid.*

<sup>110</sup> *ibid.*, 31.

<sup>111</sup> Los teóricos del Renacimiento, en particular, eran muy dados a basar sus ideas en prototipos clásicos. Ver Barbour, *Tuning and Temperament*, 31.

Ptolomeo se corresponden exactamente, tal y como apunta Barbour, con las proporciones del viejo sistema de afinación pitagórico, atribuido —probablemente con cierta inexactitud— al anteriormente mencionado Pitágoras, muerto casi cinco siglos antes del nacimiento de Ptolomeo.

Así pues, podría afirmarse que la afinación ditónica de Ptolomeo no es más que una suerte de reedición del viejo sistema de afinación pitagórico, basado en el segundo y tercer armónico de la serie armónica, es decir, sobre los intervalos de quinta (3:2) y octava (2:1), ambos afinados de forma pura —es decir, conforme a sus proporciones naturales— en este sistema. No obstante, las proporciones que rigen el resto de intervalos del sistema pitagórico de afinación, al ser el resultado de afinar quintas de forma consecutiva, no siempre se corresponden con las proporciones naturales de la serie armónica. Es éste el caso, sin ir más lejos, de las terceras mayores pitagóricas, las cuales son mucho más amplias (impuras) que las naturales.<sup>112</sup> Además, tal y como afirma Barbour, si dicho sistema se extendiera a más de doce alturas por octava, es decir, si fuera necesario distinguir entre, por ejemplo, *sol*# y *lab*, las notas con sostenidos siempre serían ligeramente más agudas que aquellas que cuentan con bemoles, justo al contrario de lo que ocurriría en la naturaleza.<sup>113</sup> A este respecto, el clavecinista y especialista en música antigua suizo Elam Rotem, habla de cómo los semitonos, en una escala cromática obtenida a través del sistema pitagórico, son desiguales entre sí, existiendo semitonos mayores y semitonos menores, mientras que los tonos permanecen iguales entre sí.<sup>114</sup>

El segundo sistema de afinación propuesto por Ptolomeo, el sintónico, está presentado de forma similar al previamente expuesto ditónico —una escala heptatónica formada por dos tetracordos diatónicos—, pero con una diferencia crucial: que las distancias que rigen esta afinación ptolemaica se corresponden con las ratios de la serie armónica, es decir, con las proporciones que se dan en la naturaleza. En otras palabras, el sistema de afinación sintónico de Ptolomeo se corresponde con lo que más tarde había de conocerse como sistema de

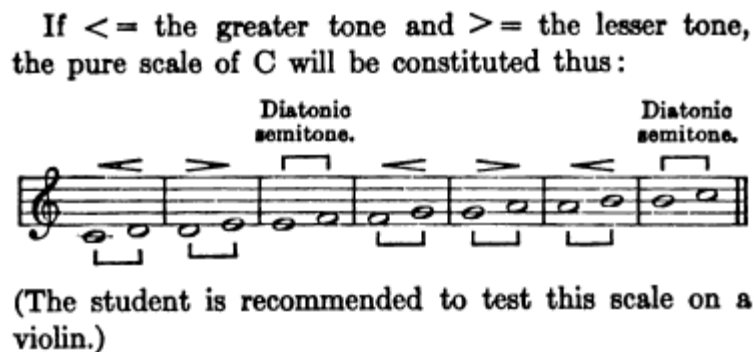
---

<sup>112</sup> Un buen ejemplo en lo que respecta a la áspera sonoridad de las terceras pitagóricas puede encontrarse en “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 6:47 a 6:53, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>113</sup> Ver Barbour, *Tuning and Temperament*, 31.

<sup>114</sup> A este respecto, cabe resaltar que en el sistema pitagórico los semitonos mayores son los cromáticos (por ejemplo, de *do* - *do*#), mientras que los menores son diatónicos (por ejemplo, de *do*# - *re*). Ver nuevamente “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 6:54 a 7:18, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

afinación pura o justa, basado en las proporciones naturales de la serie armónica, es decir, en intervalos puros.<sup>115</sup> No obstante, dicho sistema no está exento de complicaciones, pues, así como el sistema pitagórico tiene ciertas “desventajas” en lo que respecta a la pureza de algunos intervalos —véanse las antedichas terceras mayores— el sistema puro o justo, de aplicarse de forma estricta, requeriría de migraciones de tono según las necesidades armónicas, tal y como afirma Duffin.<sup>116</sup> Además, de construir una escala en base a este sistema, podríamos observar cómo los tonos son desiguales entre sí, existiendo tonos mayores y tonos menores. A este respecto, el anteriormente citado tratado de composición de Stanford, ofrece una visión muy gráfica, señalando los tonos mayores (<) y los menores (>), junto con los semitonos (figura 12).<sup>117</sup>



**Figura 12.** Escala pura de *do*, con sus tonos mayores y menores, tal y como aparece en el tratado de Charles Villiers Stanford, *Musical Composition*. (Edición neoyorquina [1911], p. 14).

Volviendo a Ptolomeo, su compendio de sistemas de afinación, entre los que se incluyen propuestas de Arquitas (430 - 360 a. C), Aristóxeno (354 - 300 a. C) o Eratóstenes (276 - 194 a. C), además de las suyas propias, sugieren una compleja convivencia de distintas realidades de afinación en el ámbito de la antigua Grecia, si bien fueron los sistemas pitagórico y, más tarde, de afinación justa o pura los que tuvieron un mayor impacto en épocas posteriores.<sup>118</sup> De hecho, fue la obra del anteriormente citado filósofo y santo romano Severino Boecio (477 - 524 d. C.) la que finalmente catapultó hacia el futuro los postulados de afinación

<sup>115</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 31.

<sup>116</sup> Consultar Duffin, *How Equal Temperament*, 21-22. No obstante, para un ejemplo gráfico y acústico, ver “Just Intonation in the Renaissance”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, [https://www.youtube.com/watch?v=XhY\\_7LT8eTw&t=124s](https://www.youtube.com/watch?v=XhY_7LT8eTw&t=124s).

<sup>117</sup> Stanford, *Musical Composition*, 14.

<sup>118</sup> Ver Barbour, *Tuning and Temperament*, 31-32.

pitagórico-ptolemaicos que habían de dominar el panorama musical medieval, relegando al sistema de afinación pura o justa a un olvido de siglos, tal y como sugiere Barbour.<sup>119</sup>

### 2.1.3.2 La afinación durante el medievo: afinación pitagórica

Al igual que ocurría en la antigua Grecia, no parece descabellado pensar que durante el medievo la afinación se articulara en una realidad heterogénea en la que convivieran no sólo distintos sistemas de afinación, sino también distintas versiones o variantes de un mismo sistema.<sup>120</sup> No obstante, la clara prevalencia que el intervalo de quinta tiene en gran parte de la música medieval sugiere, tal y como subraya el anteriormente citado Duffin, que el sistema de afinación pitagórico era predominante o, al menos, relevante a lo largo de la Edad Media.<sup>121</sup> A este respecto, Rotem apunta además al hecho de que los comienzos y finales de la práctica totalidad de obras musicales del medievo hacen uso exclusivo de los intervalos de quinta y octava, quedando relegados los intervalos de tercera y sexta —intervalos altamente impuros en el sistema pitagórico de afinación— a las cadencias, lo cual incluso podría apuntar, según Rotem, a un uso deliberado de los mismos como forma de crear tensión armónica previa a una resolución, tal y como parecen sugerir los finales de obras como la que se presenta en la figura 13.<sup>122</sup>



**Figura 13.** Pasaje de *Gloria, suspice Trinitas*, de Johannes Ciconia (1370 - 1412).  
(Edición propia).

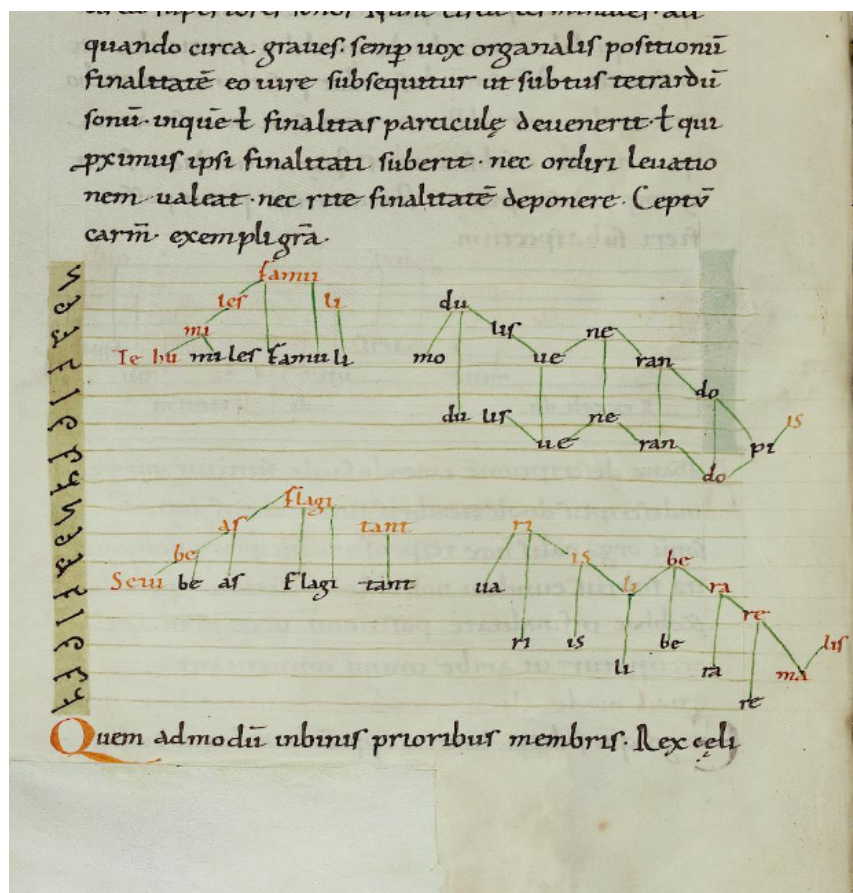
<sup>119</sup> *ibid.*, 17-18.

<sup>120</sup> En este sentido, Rotem sugiere que la afinación en períodos como el medievo pudo haber sido extraordinariamente compleja, constituyendo la afinación de los instrumentos de alturas fijas sólo una pequeña parte de un todo aún más amplio. Ver “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 8:40 a 8:53, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>121</sup> Duffin, *How Equal Temperament Ruined Harmony*, 16.

<sup>122</sup> Ver “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 7:27 a 8:22, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

La figura 14 muestra una forma musical medieval, el *organum*, en la que la preeminencia del intervalo de quinta es manifiesta. Esta suerte de polifonía “primitiva” consistía en duplicar una melodía, llamada *vox principalis*, una quinta o cuarta —la cuarta, recordemos, no es más que la inversión de la quinta— por debajo o por encima, pudiendo duplicarse a su vez cada una de estas voces, llamadas *vox organalis*, a la octava superior o inferior. Los *organa* aparecen ya referenciados en el siglo IX tanto en el tratado musical anónimo *Musica enchiriadis* (*Manual de la música*) como en la obra teórica también anónima *Scolica enchiriadis*, y si bien constituyen las primeras descripciones de música europea a más de una voz, tal y como apuntan los musicólogos estadounidenses Grout y Palisca, es probable que su origen sea incluso anterior.<sup>123</sup>



**Figura 14.** Ejemplo de *organum*, extraído del manual del siglo IX *Musica enchiriadis*, p. 118v. (Obtenido de “Sammelhandschrift zur Musiktheorie: Musica Enchiriadis”, Heidelberg historic literature – digitized, Universitätsbibliothek Heidelberg, consultado el 18 de julio de 2022, <https://doi.org/10.11588/diglit.12322#0240>).

<sup>123</sup> Donald J. Grout y Claude V. Palisca, *Historia de la música occidental*, trad. León Mamés (Madrid: Alianza Editorial, 2001), 110-113.



Así las cosas, no es de extrañar que durante el medievo los intervalos de tercera o sexta fueran considerados y tratados, tal y como parece desprenderse de la pieza de Ciconia, como disonancias. A este respecto, una comparación entre las ratios naturales —las ratios en las que se basa la afinación pura o justa— expuestas en la Tabla 3 de este trabajo, y las ratios que se derivan del sistema de afinación pitagórico puede resultar esclarecedora en lo que se refiere a las importantes diferencias que existían y existen entre un sistema y otro, especialmente en relación a la pureza de diversos intervalos, entre ellos las antedichas terceras y sextas.

**Tabla 3.** Comparativa entre ratios justas y pitagóricas

Intervalo	Ratio puro o justo	Ratio pitagórico
Unísono (do - do)	1:1	1:1
Segunda menor cromática (do - do#)	135:128	2187:2048
Segunda menor diatónica (do - reb)	16:15	256:243
Segunda mayor (pequeña) (do - re)	10:9	-
Segunda mayor (grande) (do - re)	9:8	9:8
Tercera mayor (do - mi)	5:4	81:64
Tercera menor (do - mi <sup>b</sup> )	6:5	32:27
Cuarta justa (do - fa)	4:3	4:3
Quinta justa (do - sol)	3:2	3:2

**Tabla 3.** Comparativa entre ratios justas y pitagóricas

Intervalo	Ratio puro o justo	Ratio pitagórico
Sexta mayor ( <i>do - la</i> )	5:3	27:16
Sexta menor ( <i>do - lab</i> )	8:5	128:81
Séptima menor (grande) ( <i>do - sib</i> )	9:5	-
Séptima menor (pequeña) ( <i>do - sib</i> )	16:9	16:9
Séptima (mayor) ( <i>do - si</i> )	15:8	243:128
Octava ( <i>do - do'</i> )	2:1	2:1

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como puede observarse en la tabla, los sistemas de afinación puro y pitagórico comparten las ratios correspondientes a los intervalos de unísono, cuarta, quinta y octava, todos ellos afinados de forma pura en ambos sistemas. El resto de intervalos, no obstante, revela diferencias muy notables entre ambas afinaciones, empezando por el tamaño de los semitonos. En este sentido, puede verse cómo los semitonos cromáticos pitagóricos son notablemente más amplios que los diatónicos, justo al contrario de lo que ocurre en el sistema de afinación justa, dónde los diatónicos son más dilatados que sus homólogos cromáticos. Por otra parte, en lo que respecta al tamaño de los tonos, si la afinación justa cuenta con dos tipos de tono —el tono mayor y el tono menor—, la afinación pitagórica opta por la uniformidad, contando con un único tipo de tono que se corresponde de forma exacta con el tono mayor del sistema puro. La implicación directa de la uniformidad de tamaño del intervalo de segunda mayor pitagórico es, necesariamente, la uniformidad de tamaño del intervalo inverso, a saber, la séptima menor pitagórica, cuyo tamaño se corresponde con el de la séptima menor pequeña del sistema puro, tal y como puede verse en la tabla 3.

En el caso de las terceras, las diferencias son tanto o más notables, si cabe, que en el caso de las segundas y séptimas. Así pues, si las terceras mayores puras son más bien estrechas, las pitagóricas son, en cambio, más amplias, incluso más amplias que las del sistema de Temperamento Igual, del cual se hablará más adelante. Las terceras menores pitagóricas, por el contrario, son más estrechas que sus homólogas puras.

Al igual que ocurría con las segundas mayores y las séptimas menores, las relaciones de inversión juegan un papel crucial en el tamaño de los intervalos de un sistema concreto. Así pues, en el sistema pitagórico, el tamaño de los intervalos de tercera influye directamente en el de los de sexta. derivando las terceras mayores amplias en sextas menores estrechas, y derivando asimismo las terceras menores estrechas en sextas mayores amplias.

En relación a lo anterior, la Tabla 4 muestra las diferencias de amplitud que existen entre los intervalos resultantes de, respectivamente, la afinación pura y la afinación pitagórica:

**Tabla 4.** Comparativa de amplitud entre intervalos justos y pitagóricos

Intervalo	Afinación pura o justa	Afinación pitagórica
Segunda menor cromática (do - do#)	Estrecha	Amplia
Segunda menor diatónica (do - reb)	Amplia	Estrecha
Segunda mayor (do - re)	Amplia o estrecha, dependiendo del lugar que ocupe escala	Amplia
Tercera mayor (do - mi)	Estrecha	Amplia
Tercera menor (do - mi <sup>b</sup> )	Amplia	Estrecha
Cuarta justa (do - fa)	Igual en ambos sistemas	Igual en ambos sistemas

**Tabla 4.** Comparativa de amplitud entre intervalos justos y pitagóricos

Intervalo	Afinación pura o justa	Afinación pitagórica
Quinta justa (do - sol)	Igual en ambos sistemas	Igual en ambos sistemas
Sexta mayor (do - la)	Estrecha	Amplia
Sexta menor (do - lab)	Amplia	Estrecha
Séptima menor (do - sib)	Amplia o estrecha, dependiendo de la escala.	Estrecha
Séptima (mayor) (do - si)	Estrecha	Amplia
Octava (do - do')	Igual en ambos sistemas	Igual en ambos sistemas

Fuente: Elaboración propia.

Así pues, tomando como base la tabla anterior, podría decirse que los sistemas de afinación puro y pitagórico son, en cierto modo, opuestos, ya que encarnan dos paradigmas de afinación irreconciliables, coincidiendo únicamente en los intervalos de cuarta, quinta y octava. No obstante, la transición de un sistema a otro —uno de los grandes cambios de paradigma en lo que a afinación respecta— tuvo lugar hacia el siglo XV, si bien, tal y como afirma Rotem, no está claro cómo ocurrió, así como tampoco está claro qué sistema es el más adecuado para según qué repertorio.<sup>124</sup> En relación a dicho cambio de paradigma, Barbour resalta la figura del teórico musical español Bartolomé Ramos de Pareja (1440 - 1522),<sup>125</sup> añadiendo que, hacia el siglo XV, debía de existir cierta insatisfacción entre los intérpretes

<sup>124</sup> Ver “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 13:20 a 13:50, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>125</sup> Autor de quizás una de las obras teóricas más relevantes de su tiempo: *Musica practica*. Ver Bartolomé Ramos de Pareja, *Música Práctica*, trad. José Luis Moralejo (Madrid: Editorial Alpuerto, 1977). A este respecto, quizás sea también digno de mención el artículo periodístico publicado en el diario *El País* con motivo del quinto centenario de la publicación de *Musica practica*. Ver Andrés Ruiz Tarazona, “El ‘Música práctica’, de Ramos Pareja, traducido al castellano”, *El País*, 30 de agosto, 1977, [https://elpais.com/diario/1977/08/30/cultura/241740001\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1977/08/30/cultura/241740001_850215.html).

respecto a las terceras mayores y menores que se derivaban de la afinación pitagórica.<sup>126</sup> En alusión a Ramos de Pareja, Barbour afirma que “cuando una inmensa mayoría seguía usando el sistema pitagórico, con todas sus imperfecciones”, el español presentó al mundo un sistema de afinación que rompía con el paradigma pitagórico al incorporar terceras mayores y menores puras (ratios 5:4 y 6:5, respectivamente).<sup>127</sup>

### 2.1.3.3 Renacimiento: afinación justa y temperamento

Tal y como se ha sugerido con anterioridad, hacia finales del siglo XV y comienzos del XVI la música comienza a experimentar cambios sustanciales, especialmente en lo que respecta al uso de los intervalos de tercera mayor; intervalos, cabe recordar, altamente impuros en el sistema de afinación predominante durante el medievo, es decir, el sistema pitagórico. Así pues, si durante el medievo los acordes con terceras mayores pudieron haberse usado para crear tensión en momentos cadenciales, hacia el año 1500 dichos acordes comienzan a aparecer como conclusivos. En otras palabras, a comienzos del siglo XVI, son más y más las piezas que incluyen terceras mayores en sus acordes finales.<sup>128</sup> En este sentido, el especialista en música medieval y renacentista Baptiste Romain<sup>129</sup> sugiere que antes de 1470 la presencia de terceras mayores en acordes finales es prácticamente anecdótica y se limita a la literatura para teclado; a partir del año 1490, no obstante, comienzan a ser recurrentes en piezas polifónicas italianas tales como la *frottola* (figura 15) y la *lauda*, siendo directamente comunes hacia 1500. Aun así, en el caso de la música francoflamenca del mismo período, el uso de terceras mayores en los finales de las obras es prácticamente nulo hasta aproximadamente 1520 o 1530, década a partir de la cual empiezan a ser relativamente habituales en la música de esta escuela, si bien no en el mismo grado que en Italia.<sup>130</sup>

---

<sup>126</sup> Ver Babour, *Tuning and Temperament*, 18-19.

<sup>127</sup> *ibid.*

<sup>128</sup> Idea recogida en “Temperaments - Historical and Technical Overview: Footnotes”, Early Music Sources, consultado el 24 de junio de 2022, <https://www.earlymusicsources.com/youtube/temperaments>.

<sup>129</sup> Consultar “Biography”, Baptiste Romain, consultado el 24 de junio de 2022, <https://www.baptisteromain.com/>.

<sup>130</sup> Información recogida en “Temperaments - Historical and Technical Overview: Footnotes”, Early Music Sources, consultado el 24 de junio de 2022, <https://www.earlymusicsources.com/youtube/temperaments>.



**Figura 15.** Tercera mayor en el acorde final de una *frottola*, *Incipit Lamentatio*, de Bartolomeo Tromboncino (1470 - 1534). (Edición *Urtext* de Günther Massenkeil [1965], p. 36).

Así las cosas, la creciente aunque desigual presencia de terceras mayores en las cadencias musicales del Renacimiento parece anunciar un cambio con respecto al paradigma de afinación medieval, donde dichas terceras, dada su impureza pitagórica, parecían tener un uso más limitado. En este sentido, la obra teórica *Istitutioni Harmoniche* (1558) del compositor y teórico musical italiano Gioseffo Zarlino (1517 - 1590) es en cierto modo esclarecedora, pues en ella se aboga por una afinación acorde a las leyes de la naturaleza, la cual, según Zarlino, se inclina siempre a seguir no sólo lo bueno y placentero, sino también lo mejor.<sup>131</sup> Así pues, sólo cabría preguntarse cuál es el sistema de afinación que está en consonancia —nunca mejor dicho— con las leyes naturales, es decir, con la anteriormente descrita serie armónica. Dicho sistema no es otro que aquel que ya fue expuesto por Ptolomeo bajo el nombre de “sintónico”; hablamos, pues, del sistema de afinación pura o justa, el cual Zarlino, apoyándose en no otro que el propio Ptolomeo, trajo a la palestra renacentista tal y como puede observarse en la figura 16.

<sup>131</sup> Ver Gioseffo Zarlino, *Istitutioni Harmoniche*, (Venecia: De Franceschi, 1573), 157.

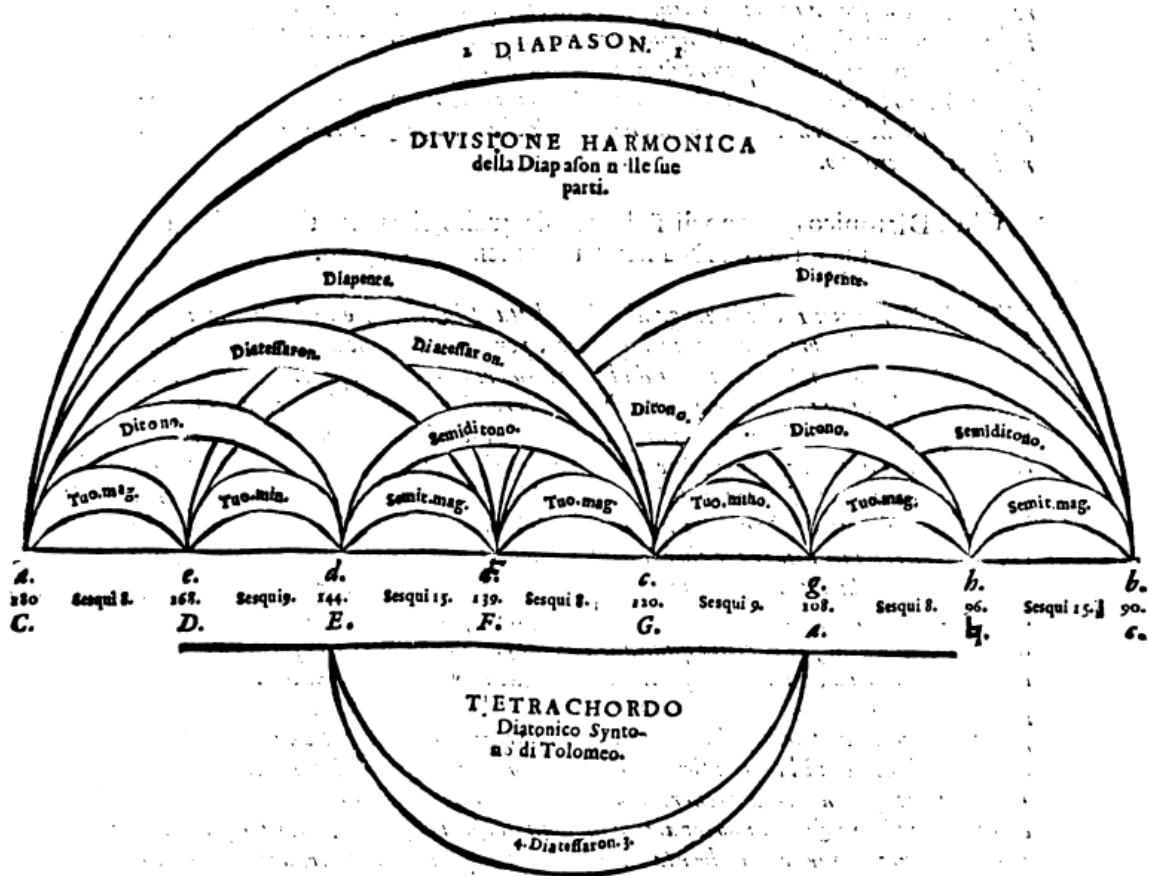


Figura 16. Sistema de afinación sintónico de Ptolomeo expuesto por Zarlino en *Istituzioni Harmoniche*. (Edición veneciana de 1573, p. 140).

No obstante lo anterior, la afinación pura o justa había de probarse, tal y como se ha adelantado con anterioridad, como un sistema con enormes limitaciones prácticas, especialmente en lo que a modulaciones se refiere.<sup>132</sup> Así pues, aplicar este sistema a un instrumento con alturas prefijadas, por ejemplo el clave o el órgano, supondría en la práctica limitar dicho instrumento a una única escala cuyas proporciones invalidarían cualquier cambio de centro tonal. Es de esta problemática de donde surgió, quizás, el concepto de temperamento, es decir, un sistema de afinación en el que un número de intervalos naturales (puros) son alterados —temperados— con objeto de maximizar la utilidad de dicho sistema en distintos contextos y situaciones musicales.<sup>133</sup> Asimismo, en términos matemáticos, podría decirse que un temperamento es un sistema de afinación en el que todos o algunos de sus intervalos no pueden expresarse en números racionales.<sup>134</sup>

<sup>132</sup> Entre estas limitaciones, destacan las anteriormente mencionadas migraciones de tono. Ver nota 98.

<sup>133</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 24.

<sup>134</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 13.

En lo que respecta a los orígenes del temperamento como práctica relacionada con los instrumentos de alturas prefijadas, Barbour subraya la dificultad para datar el origen de dicha práctica, si bien se refiere a lo expuesto por el teórico italiano Franchinus Gaffurius (1451 - 1522), quien afirmaba que los organistas de su tiempo rebajaban ligeramente las quintas al afinar sus instrumentos.<sup>135</sup> Esto sugiere que los organistas de finales del siglo XV y comienzos del XVI buscaban unas terceras más puras que las que resultaban del sistema de afinación pitagórico, ya que en dicho sistema la rebaja de las quintas implica necesariamente terceras mayores más puras cuando no directamente puras, dependiendo del grado de rebaja de las quintas. Es precisamente a esta búsqueda de terceras mayores más puras a lo que Duffin, por su parte, atribuye los orígenes del temperamento.<sup>136</sup>

Lo recogido por Gaffurius en *Practica musicae*<sup>137</sup> parece estar en consonancia con la cronología de la creciente presencia de terceras mayores en acordes finales expuesta por el anteriormente citado Romain, si bien también es probable que el sistema de afinación pitagórico —en línea con las tesis de Barbour— estuviera aún plenamente vigente en los primeros compases del siglo XVI, experimentando los intervalos de quinta rebajas ocasionales para “limar” la aspereza de las terceras mayores pitagóricas.<sup>138</sup> Así pues, es probable que el germen de los temperamentos conocidos como mesotónicos —temperamentos eminentemente renacentistas en tanto en cuanto tuvieron su auge durante el Renacimiento— fueron las rebajas de quintas recogidas por autores como el antedicho Gaffurius.

Estrictamente hablando, decimos que un temperamento es mesotónico cuando las quintas son rebajadas a razón de  $\frac{1}{4}$  del valor de la coma sintónica (intervalo existente entre una tercera pura y otra pitagórica), resultando en un buen número de terceras mayores puras, así como en quintas impuras.<sup>139</sup> El término “mesotónico” viene derivado, tal y como apunta Barbour, del hecho de que el tono —la distancia que hay entre las notas *do* y *re*, por ejemplo— constituye exactamente la mitad de una tercera mayor pura.<sup>140</sup> En otras palabras, si

---

<sup>135</sup> *ibid.*, 21.

<sup>136</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 21.

<sup>137</sup> Consultar Franchinus Gaffurius, *Practica musicae*, trad. Irwin Young (Wisconsin: University of Wisconsin Press, 1969).

<sup>138</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 19, 35.

<sup>139</sup> Early Music Sources aporta, nuevamente, un ejemplo muy ilustrativo, tanto a nivel acústico como visual, del temperamento mesotónico: ver “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 9:08 a 10:17, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>140</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 35.



en una escala derivada del sistema de afinación justa hay tonos de distinto tamaño (mayores y menores), en una escala derivada de un temperamento mesotónico, los tonos son uniformes y tienen exactamente el mismo tamaño, a saber: la mitad de una tercera mayor justa. La Tabla 5 muestra las diferencias entre los intervalos puros y aquellos que resultan del temperamento mesotónico:

**Tabla 5.** Comparativa entre intervalos justos e intervalos resultantes del temperamento mesotónico

Intervalo	Ratio puro o justo	Temperamento mesotónico
Unísono ( <i>do - do</i> )	1:1	$\pm 0$ de la coma sintónica
Segunda menor cromática ( <i>do - do<sup>#</sup></i> )	135:128	+1/4 de la coma sintónica
Segunda menor diatónica ( <i>do - re<sup>b</sup></i> )	16:15	+1/4 de la coma sintónica
Segunda mayor (pequeña) ( <i>do - re</i> )	10:9	+1/2 de la coma sintónica
Segunda mayor (grande) ( <i>do - re</i> )	9:8	-1/2 de la coma sintónica
Tercera mayor ( <i>do - mi</i> )	5:4	$\pm 0$ de la coma sintónica
Tercera menor ( <i>do - mi<sup>b</sup></i> )	6:5	-1/4 de la coma sintónica
Cuarta justa ( <i>do - fa</i> )	4:3	+1/4 de la coma sintónica
Quinta justa ( <i>do - sol</i> )	3:2	-1/4 de la coma sintónica
Sexta mayor ( <i>do - la</i> )	5:3	+1/4 de la coma sintónica

**Tabla 5.** Comparativa entre intervalos justos e intervalos resultantes del temperamento mesotónico

Intervalo	Ratio puro o justo	Temperamento mesotónico
Sexta menor (do - lab)	8:5	$\pm 0$ de la coma sintónica
Séptima menor (grande) (do - sib)	9:5	-1/2 de la coma sintónica
Séptima menor (pequeña) (do - sib)	16:9	+1/2 de la coma sintónica
Octava (do - do')	2:1	$\pm 0$ de la coma sintónica

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como puede verse en la tabla, en el temperamento mesotónico sólo los intervalos de unísono, tercera mayor, sexta menor y octava permanecen conforme a sus ratios puros, mientras que los demás intervalos son alterados, es decir, aumentan o disminuyen en tamaño según las necesidades del temperamento. En este sentido, cabe destacar cómo los distintos tipos de segundas y séptimas mayores que existen en la afinación pura se igualan entre sí en el temperamento mesotónico, así como también cabe resaltar que, a pesar de sufrir modificaciones, las segundas menores mantienen su naturaleza dual —cromática o diatónica— al menos en teoría, ya que en instrumentos con doce notas por octava, no había otra opción que omitir según qué segundas.

Siguiendo lo expuesto en *Early Music Sources*,<sup>141</sup> el temperamento mesotónico permitía a compositores, instrumentistas y teóricos del Renacimiento acercarse al ideal de poder usar todos los intervalos considerados como consonantes —a grandes rasgos: terceras, quintas, sextas y octavas— en su forma pura o justa en un contexto polifónico.<sup>142</sup> Esta suerte de “fetichización” de la afinación pura es patente en los principales tratados del siglo XVI, entre

<sup>141</sup> “Temperaments - What you need to know”, *Early Music Sources*, vídeo de YouTube, de 9:08 a 10:17, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>142</sup> Por parte de algunos autores, se ha llegado incluso a sugerir que el sistema mesotónico no es más que una suerte de temperación del sistema puro. Consultar al respecto Patrizio Barbieri y Sandra Mangsen, “Violin intonation: a historical survey”, *Early Music* 19, n° 1 (febrero 1991): 69-88, <https://www.jstor.org/stable/3127954>.

los que destacan los de Vicente Lusitano (c. 1520 . c. 1561),<sup>143</sup> Nicola Vicentino (1511 - c. 1575),<sup>144</sup> Gioseffo Zarlino (1517 - 1590)<sup>145</sup> y Francisco de Salinas (1513 - 1590).<sup>146</sup>

Como quizás puede deducirse, las anteriormente citadas migraciones de tono que se derivan del sistema de afinación pura no sólo hacen inviable el uso exclusivo de intervalos puros en instrumentos con alturas fijadas, sino que también supone un escollo a la interpretación de música exclusivamente vocal. A este respecto, Rotem pone como ejemplo las piezas vocales cuyas secciones se repiten, pues cada repetición supondría un deslizamiento del tono de referencia hacia arriba o abajo según la pieza, pudiendo llegar en algunos casos la migración hasta el semitono para cuando la obra llega a su fin.<sup>147</sup> Así pues, siguiendo lo expuesto por Rotem, el temperamento mesotónico fue, en cierto modo, un sucedáneo relativamente satisfactorio del uso exclusivo —podría decirse que también utópico— de la afinación pura en un contexto de polifonía vocal o instrumental, especialmente al proporcionar el primer sistema no sólo una estabilidad de tono, sino también algunos intervalos en su forma pura, a saber: unísonos, octavas, terceras mayores y sextas menores.<sup>148</sup>

Junto con el temperamento mesotónico, al que habría que añadir además todas sus variantes,<sup>149</sup> el Renacimiento vio también el auge —si bien podríamos considerar dicho auge como circunscrito, en esta época, a los instrumentos con trastes (violas *da gamba*, laúdes, vihuelas, etc.)— de otro temperamento que, con los siglos, había de convertirse en el temperamento dominante. Hablamos, pues, del Temperamento Igual.

Según Barbour, la primera definición matemática y precisa del Temperamento Igual la aportó el teórico musical español, anteriormente citado, Francisco de Salinas en su *De Musica libri septem*: “Una única cuestión ha de ser respetada por los constructores de violas

---

<sup>143</sup> Vicente Lusitano, *Introduktione facilissima, et novissima, di canto fermo, figurato, contraponto semplice, et in concerto* (Roma: Antonio Blado, 1553).

<sup>144</sup> Nicola Vicentino, *L'antica musica ridotta alla prattica moderna* (Roma: Antonio Barre, 1555).

<sup>145</sup> Gioseffo Zarlino, *Dimostrationsi harmoniche* (Venecia: Francesco dei Franceschi Senese, 1571).

<sup>146</sup> Francisco de Salinas, *De Musica libri septem* (Salamanca: Mathias Gastius, 1577).

<sup>147</sup> Ejemplo acústico y visual disponible en “Just Intonation in the Renaissance”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 4:16 a 6:25, [https://www.youtube.com/watch?v=XhY\\_7LT8eTw&t=124s](https://www.youtube.com/watch?v=XhY_7LT8eTw&t=124s).

<sup>148</sup> “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 9:10 a 9:30, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>149</sup> En su manual sobre afinación electrónica y manual para pianos, Owen H. Jorgensen menciona hasta 9 variantes diferentes de temperamento mesotónico. Ver Owen H. Jorgensen, *Tuning* (East Lansing: Michigan State University Press, 1991).

para que la colocación de los trastes sea regular, a saber, que la octava ha de ser dividida en doce partes igualmente proporcionales, las cuales constituirán semitonos iguales”.<sup>150</sup>

Siguiendo lo expuesto por Barbour, la primera aproximación práctica al Temperamento Igual, por otra parte, vino de la mano del músico y teórico italiano Vincenzo Galilei (1520 - 1591), padre del conocido astrónomo Galileo Galilei (1564 - 1642). En este sentido, Vincenzo demostró de forma práctica —no matemática— cómo la ratio 18:17, correspondiente a un semitono algo más grande que la segunda menor cromática pura (ver tabla 5), era el más idóneo a la hora de colocar los trastes en el laúd, ya que siguiendo dicho patrón, el traste número doce quedaba en prácticamente la mitad de la cuerda, es decir, en la octava superior. Aun así, dicha octava no sería exacta, por lo que “un pequeño ajuste en los intervalos corregiría el error”, tal y como postula Barbour.<sup>151</sup> A este respecto, el matemático francés Marin Mersenne (1588 - 1648), quien afirmaba que el antedicho el método de Galilei era preferido por «muchos fabricantes de instrumentos», sugirió una manera de corregir la pequeña distorsión de la octava resultante del método creado por el italiano: utilizar la ratio 18:17 para los primeros cuatro semitonos, y calcular los ocho restantes en base a un método propuesto por el propio Mersenne.<sup>152</sup>

En cualquier caso, la justificación ofrecida por Galilei para la división del diapasón del laúd en semitonos iguales tiene, según Barbour, todo el sentido, ya que en dicho instrumento el orden de los semitonos tanto diatónicos como cromáticos es el mismo en todas las cuerdas merced a los trastes, de forma que al tocar acordes podría tocarse un *do*♯ en una cuerda a la vez que un *re*♭ en otra, lo cual resultaría en una falsa octava de no ser por el Temperamento Igual, implícito en el método de Galilei.<sup>153</sup>

En base a lo expuesto hasta el momento, se deduce, pues, que el fundamento del Temperamento Igual es la división de la octava en doce semitonos iguales, algo que no ocurre en los sistemas pitagórico y justo, así como tampoco en el temperamento mesotónico, donde, al igual que en los dos primeros sistemas, existen dos tamaños para el semitono dependiendo de si éste es cromático o diatónico.<sup>154</sup> En el caso del Temperamento Igual, la división de la octava en doce partes iguales resulta de rebajar doce quintas —las que forman el círculo de

---

<sup>150</sup> Salinas, *De Musica libri septem*, 173; y Barbour, *Tuning and Temperament*, 54.

<sup>151</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 23.

<sup>152</sup> *ibid.*, 23, 58-59.

<sup>153</sup> *ibid.*

<sup>154</sup> Ver tablas 3 y 5.

quintas tal y como lo conocemos hoy en día— a razón de 1/12 del valor de la coma pitagórica.<sup>155</sup>

Al igual que ocurre con el temperamento mesotónico, la rebaja de quintas que tiene lugar en el sistema de Temperamento Igual implica una mayor pureza de las terceras mayores, al menos en comparación con las que resultan del sistema pitagórico. No obstante, al ser esta rebaja sustancialmente menor que la que tiene lugar en, por ejemplo, un temperamento mesotónico, las terceras mayores resultantes son notablemente más grandes que las puras, lo cual ha suscitado no pocas críticas a lo largo de la Historia; unas críticas que llegan incluso a nuestros días y pasado más reciente, tal y como se desprende de lo escrito por el anteriormente citado Duffin:

Las quintas y cuartas del temperamento igual no están mal, desviándose de la pureza acústica a razón de sólo una quincuagésima parte de semitono, pero es en las terceras mayores donde este temperamento suspende el examen de pureza armónica. Dichas terceras son sumamente amplias, aproximadamente un séptimo de semitono más amplias que las terceras mayores acústicamente puras y con ratio 5:4. Esto significa que la diferencia entre las terceras mayores puras y las resultantes del temperamento igual es aproximadamente siete veces mayor que la existente entre las quintas puras y las quintas que se obtienen a partir de dicho temperamento. Este intervalo [la tercera mayor] es el elefante en la habitación de nuestro sistema musical actual. Nadie repara en lo horribles que son estas terceras. Nadie lo comenta. Nadie siquiera reconoce que el elefante está en la habitación. La asentada noción de que vivir junto al elefante es preferible a cualquier otra alternativa desconocida convierte al asunto en baladí. Incluso hay personas que, preguntadas al respecto, aseguran preferir el elefante; con el tiempo, han acabado optando por las terceras paquidérmicas.<sup>156</sup>

Antes que Duffin, el anteriormente citado físico y experto en acústica musical Arthur Benade (1925 - 1987) también dejó constancia de la manifiesta impureza de la tercera mayor que resulta de dividir la octava en doce semitonos iguales, si bien sus palabras parecen limitarse a la constatación de un hecho físico, y no tanto a una crítica hacia el sistema de Temperamento Igual en sí mismo, cosa que es patente en Duffin.

Es un hecho fácilmente verificable que al programar, ante un grupo de personas, dos osciladores para emitir un ratio de frecuencia de 1,25992 (correspondiente a un intervalo de temperamento igual de exactamente 400 cents), en lugar de programarlos para que emitan

---

<sup>155</sup> La coma pitagórica equivale, en el marco del sistema de afinación pitagórica, al intervalo existente entre dos notas enarmónicas, por ejemplo, entre *si#* y *do*.

<sup>156</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 19.

nuestro ratio experimentalmente contrastado de 1,25000 (=5/4 ó 386 cents), todo el grupo notará los batimientos [el fenómeno acústico derivado del «choque» de dos ondas sinusoidales con frecuencias ligeramente distintas] resultantes, mientras que los músicos del grupo constatarán, además, que lo que suena es una tercera mayor desafinada en tanto en cuanto es demasiado amplia. Cuando les informo de que el intervalo de 400 cents que suena se corresponde de forma exacta con una tercera mayor derivada del temperamento igual, estos [los músicos] normalmente reaccionan con escepticismo o consternación.<sup>157</sup>

Las críticas al Temperamento Igual, muy a menudo basadas en la impureza de sus terceras mayores, no sólo se limitan a Duffin. En la segunda mitad del siglo XIX, por ejemplo, el ingeniero, músico y astrónomo inglés William Pole (1814 - 1900) escribía lo siguiente en relación a la afinación de los órganos:

La práctica actual de afinar todos los órganos conforme al temperamento igual ha sido en terrible detrimento de la calidad de su sonido. Con la afinación antigua [no está claro a qué sistema o temperamento se refiere Pole], la música que salía del órgano era atractiva y armoniosa, algo que era placentero escuchar [...] Ahora, la dureza de las terceras [mayores], aplicada de forma indiscriminada a todo el instrumento, dan a éste un efecto cacofónico y repulsivo del cual la gente huye sin remordimiento alguno.<sup>158</sup>

Volviendo al Renacimiento, las diferencias de afinación entre los temperamentos mesotónicos —empleados principalmente en instrumentos de tecla y, recordemos, con un buen número de terceras mayores puras o casi puras— y el Temperamento Igual —preferido en los instrumentos con trastes, y con todas las terceras mayores con un alto grado de impureza— eran tan significativas que algunas fuentes de la época incluso abogaban por que ambas familias de instrumentos jamás tocaran juntas.<sup>159</sup> A este respecto, Barbour, en alusión a lo expuesto por el anteriormente citado Vicentino, apunta que las significativas diferencias entre los tonos de uno y otro sistema debían resultar en disonancia al juntar ambos grupos de instrumentos.<sup>160</sup> Asimismo, hacia el año 1600, fuentes como Giovanni Artusi (1540 - 1613)<sup>161</sup> o Ercole Bottrigari (1531 - 1612)<sup>162</sup> también se hacen eco de la misma problemática. Es por ello que, según Barbour, obras como el *Ballet Comique de la Reine* (1581) o el celeberrimo

---

<sup>157</sup> Benade, *Fundamentals*, 376.

<sup>158</sup> William Pole, *The Philosophy of Music* (Londres: Trübner & Co, 1879), 153.

<sup>159</sup> “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 12:36 a 13:18, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>160</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 23.

<sup>161</sup> Giovanni Artusi, *L'arte del contraponto* (Venecia: Giacomo Vincenti, 1598).

<sup>162</sup> Ercole Bottrigari, *Il desiderio, ovvero de' concerti di varii stromenti musicali* (Venecia: Ricciardo Amadino, 1594).

*Orfeo* (1607) precisaban de un número tan amplio de instrumentos, especialmente teniendo en cuenta que, si bien un grupo de instrumentos de características similares podía sonar bien, la mezcla de varios grupos con afinaciones distintas hacía los *tuttis* impracticables.<sup>163</sup> En este sentido, y de forma interesante, Barbour apunta que este hecho bien podría haber resultado en la adopción del Temperamento Igual como sistema universal, pero el auge de los violines —instrumentos, cabe resaltar, sin trastes y con gran flexibilidad en lo que a la afinación y la entonación respecta— como sección angular de la orquesta debió dar al traste con cualquier intento, si es que lo hubo, de establecer un temperamento único.<sup>164</sup>

No obstante lo anterior, parece haber fuentes que sugieren que los instrumentos de tecla y aquellos con trastes sí tocaban juntos, tal y como puede observarse en diversas obras pictóricas de la época, entre ellas la que muestra la figura 17. A este respecto, Rotem parece dar veracidad al testimonio de los artistas plásticos, afirmando que en distintas circunstancias tanto los instrumentos de tecla como aquellos con trastes estaban limitados de una forma u otra en términos de afinación. Es por ello que seguramente, deduce Rotem, la música de aquel entonces estaba, tal y como lo está la actual, un tanto desafinada.<sup>165</sup>

---

<sup>163</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 23-24.

<sup>164</sup> *ibid.*

<sup>165</sup> “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 12:36 a 13:18, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).



**Figura 17.** Velada musical de comienzos del siglo XVII en la que pueden observarse instrumentos de tecla (véase la espineta) e instrumentos con trastes (laúd) haciendo música juntos. (Cuadro de Nicolas Tournier. *El concierto* [1630 - 1635]. (Fotografía de un particular cedida a dominio público).

Tal y como se ha sugerido con anterioridad, los intervalos resultantes del Temperamento Igual difieren en mayor o menor medida de las versiones acústicamente puras de los mismos. Dichas diferencias pueden observarse en la Tabla 6, donde se muestra además el valor en cents de los distintos intervalos temperados. El cent, cabe resaltar, es una unidad acústica de medida que equivale a la centésima parte de un semitono en el marco del Temperamento Igual. Así pues, es fácil ver cómo los semitonos de dicho sistema —recordemos, doce por octava— se suceden según múltiplos de cien.



**Tabla 6.** Pureza acústica y valor en cents de los intervalos resultantes del Temperamento Igual

Intervalo	Pureza acústica	Valor en cents
Unísono ( <i>do - do</i> )	Puro	0 cents
Segunda menor cromática ( <i>do - do#</i> )	Más amplia que la versión acústicamente pura.	100 cents
Segunda menor diatónica ( <i>do - reb</i> )	Más pequeña que la versión acústicamente pura.	100 cents
Segunda mayor (pequeña) ( <i>do - re</i> )	Más amplia que la versión acústicamente pura.	200 cents
Segunda mayor (grande) ( <i>do - re</i> )	Más pequeña que la versión acústicamente pura.	200 cents
Tercera menor ( <i>do - mi<sup>b</sup></i> )	Más pequeña que la versión acústicamente pura.	300 cents
Tercera mayor ( <i>do - mi</i> )	Más amplia que la versión acústicamente pura.	400 cents
Cuarta justa ( <i>do - fa</i> )	Ligeramente más amplia que la versión acústicamente pura.	500 cents
Quinta justa ( <i>do - sol</i> )	Ligeramente más pequeña que la versión acústicamente pura.	700 cents
Sexta menor ( <i>do - la<sup>b</sup></i> )	Más pequeña que la versión acústicamente pura.	800 cents
Sexta mayor ( <i>do - la</i> )	Más amplia que la versión acústicamente pura.	900 cents
Séptima menor (grande) ( <i>do - si<sup>b</sup></i> )	Más pequeña que la versión acústicamente pura.	1000 cents

**Tabla 6.** Pureza acústica y valor en cents de los intervalos resultantes del Temperamento Igual

Intervalo	Pureza acústica	Valor en cents
Séptima menor (pequeña) (do - sib)	Más amplia que la versión acústicamente pura.	1000 cents
Séptima mayor (do - si)	Más amplia que la versión acústicamente pura.	1100 cents
Octava (do - do')	Puro	1200 cents

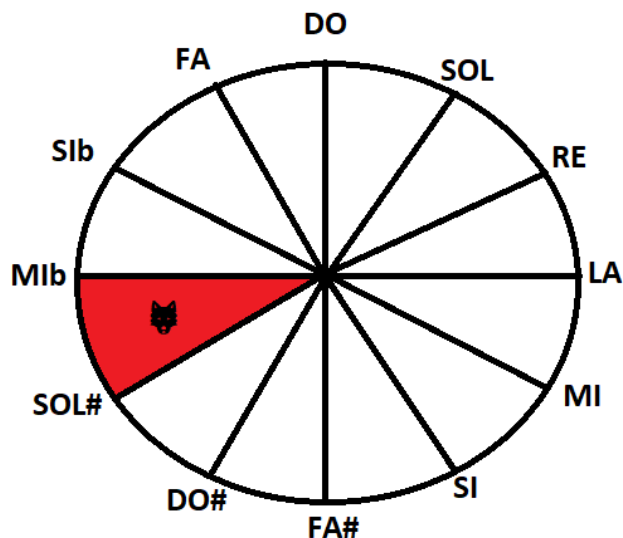
Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a las ventajas y desventajas del Temperamento Igual frente al mesotónico, podría decirse que la principal es la circularidad del primero. En otras palabras, un sistema como el que resulta de dividir la octava en doce semitonos iguales permite tocar en todas las tonalidades independientemente del número de sostenidos o bemoles de las mismas. A esto se añade, además, el hecho de que en el marco del Temperamento Igual no se favorece la pureza de unas tonalidades sobre otras, es decir, todas las escalas cuentan respectivamente con el mismo número y tipo de impurezas, cosa que no ocurre, por ejemplo, en los temperamentos conocidos como irregulares, los cuales serán examinados más adelante.

A diferencia del Temperamento Igual, el temperamento mesotónico resulta impracticable en según qué tonalidades o escalas. Esta limitación se debe principalmente a la presencia de lo que se conoce como quinta del lobo, resultado inevitable, a su vez, de la antedicha y característica rebaja de las quintas a razón de 1/4 de la coma sintónica. Así pues, tal y como puede observarse en la figura 18, en el círculo de quintas que se deriva de este temperamento, una de las quintas queda demasiado amplia, dando lugar a una especie de intervalo de sexta disminuida altamente disonante que recibe el antedicho nombre de quinta del lobo.<sup>166</sup>

---

<sup>166</sup> Nuevamente, un ejemplo ilustrativo a nivel acústico y visual puede verse en “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 11:04 a 12:25, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources)



**Figura 18.** Círculo de quintas con quinta del lobo tal y como resultaría de afinar un temperamento mesotónico a razón de  $\frac{1}{4}$  de la coma sintónica. (Elaboración propia).

La presencia de esta suerte de anomalía interválica en el marco del temperamento mesotónico se debe a la conjunción de dos hechos: en primer lugar, el temperamento mesotónico contiene, matemáticamente hablando, un número infinito de alturas, tal y como constata Rotem;<sup>167</sup> en segundo lugar, a pesar de esta infinitud de alturas, dicho temperamento se aplicaba y se aplica, tal y como se ha comentado con anterioridad, en instrumentos de tecla que, casi con toda probabilidad, contaban y cuentan con sólo doce alturas por octava. Así pues, si en el marco de este temperamento un *sol#* es ligeramente más grave que un *lab* —en el Temperamento Igual, en cambio, constituirían exactamente la misma nota—, es necesario decidir cuál de ellas se va a utilizar, ya que sólo hay una tecla disponible entre *fa* y *sol*. A este respecto, la norma de afinación en el marco del temperamento mesotónico dicta que, para obtener una tercera mayor pura con la nota *mi*, se ha de optar por el *sol#*, mientras que, para obtener una tercera mayor pura con *sol*, la tecla que media entre *do* y *re* debe asignarse a la nota *mi*b.<sup>168</sup> El resultado, pues, es una quinta excesivamente amplia y disonante entre *sol#* y *mi*b (o una cuarta excesivamente pequeña e igualmente disonante entre *mi*b y *sol#*), sacrificándose literalmente el *lab* merced a la falta de espacio.

En base a lo anterior, la razón por la cual el temperamento mesotónico resulta inviable en según qué tonalidades o escalas se torna manifiesta: el constreñimiento de dicho temperamento a instrumentos con únicamente doce alturas por octava deriva

<sup>167</sup> *ibid.*

<sup>168</sup> Un método para construir este temperamento en el piano puede consultarse en Jorgensen, *Tuning*, 39-43.

irremediamente en la ausencia de algunas notas como, por ejemplo, el antedicho *lab*, lo cual se traduce a su vez en la imposibilidad de ejecutar acordes o escalas que precisen de dicha altura.

La Tabla 7 muestra, a modo de resumen, las particularidades de, respectivamente, el temperamento mesotónico ( $\frac{1}{4}$  de coma) y el Temperamento Igual, siendo ambos sistemas ampliamente conocidos y usados, cada uno en su ámbito instrumental, durante el Renacimiento.

**Tabla 7.** Comparación entre los temperamentos mesotónico e igual

	Temperamento mesotónico ( $\frac{1}{4}$ de coma)	Temperamento Igual
Particularidades	Terceras mayores acústicamente puras.	Terceras mayores notablemente impuras.
	Quintas y cuartas aceptablemente impuras.	Quintas y cuartas cercanas a la pureza acústica.
	En la práctica, limitado a sólo algunas tonalidades o escalas.	Libertad para modular a distintas tonalidades o escalas.
	Amplia gama de colores armónicos.	Color armónico uniforme.

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.1.3.4 Siglos XVII, XVIII y XIX: temperamentos irregulares

Hacia mediados del siglo XVII tiene lugar otro gran cambio de paradigma: los antedichos temperamentos mesotónicos —temperamentos considerados como regulares en tanto en cuanto todas sus quintas, salvo la del lobo, están temperadas de manera uniforme— comienzan a ceder terreno ante los temperamentos conocidos como irregulares, es decir, temperamentos cuyas quintas no están uniformemente temperadas, sino que varían en tamaño según su posición en el círculo de quintas.<sup>169</sup>

Tal y como indica Rotem, uno de los indicios de este gran cambio puede encontrarse en un tratado anónimo escrito hacia la segunda mitad del siglo XVII —el año exacto de

<sup>169</sup> A este respecto, Barbour alude a una definición de temperamento regular propuesta por el teórico y filósofo inglés Bernard Bosanquet (1848 - 1923): “Los sistemas [temperamentos] regulares son aquellos cuyas notas pueden ordenarse en una serie continua de quintas iguales”. Así pues, por implicación, los temperamentos irregulares son aquellos cuyas notas pueden ordenarse formando una serie de quintas desiguales. Consultar Robert H. M. Bosanquet, *An Elementary Treatise on Musical Intervals and Temperament* (Londres: MacMillan & Co, 1876), 60; y Barbour, *Tuning and Temperament*, 112.

publicación nos es aún desconocido— y titulado *Regole di canto figurato, contrappunto, d'accompagnare* (Reglas para música mensurada, contrapunto y acompañamiento). La siguiente frase, incluida en el primer capítulo del tratado, es llamativa: “Todo sostenido puede ser el bemol de otra nota, por ejemplo, el sostenido de *do* puede ser el bemol de ‘re’”. Un poco más adelante, el autor continúa: “De forma similar, todo bemol puede ser el sostenido de la siguiente nota”.<sup>170</sup>

Desde una perspectiva mesotónica, lo expuesto en *Regole di canto* carece de sentido, pues, tal y como se ha comentado en el subepígrafe anterior, en el temperamento mesotónico *do#* y *reb* son —al igual que *sol#* y *lab*, o *re#* y *mib*— alturas distintas y, por tanto, no intercambiables no sólo desde un punto de vista teórico, sino también desde un punto de vista puramente práctico. Tanto es así que la existencia de únicamente doce alturas por octava en los instrumentos de tecla limita, tal y como se ha comentado anteriormente, las posibilidades del temperamento mesotónico hasta el punto de no poder hacer uso de diversas escalas o acordes, cuyas notas literalmente faltan. Así pues, en base a este hecho, cabe preguntarse acerca del sentido de lo expuesto en *Regole di canto*. A este respecto, Rotem apunta a la posibilidad de que, hacia la época en la que se escribió dicho tratado (mediados del siglo XVII), el temperamento mesotónico hubiera caído ya en desuso, pues los pasajes musicales que aparecen tanto en *Regole di canto* como en otras fuentes de la época, muchos de ellos en tonalidades remotas que requieren de una gran número de alteraciones, sugieren la imposibilidad de usar el temperamento mesotónico.<sup>171</sup> En consecuencia, parece probable que hacia mediados del XVII los temperamentos de sólo doce alturas fueran los más comunes, especialmente teniendo en cuenta que toleraban la asignación de varias notas a una misma altura.<sup>172</sup> Es por ello que en el marco de un temperamento irregular la tecla negra situada entre, por ejemplo, *sol* y *la* podría ser a la vez *sol#* y *lab*, algo que también se cumple, dicho sea de paso, en el Temperamento Igual.

---

<sup>170</sup> Anónimo, *Rules for Measured Music, Counterpoint and Accompanying*, trad. Flavio Ferri Benedetti (Bologna: Elam Rotem, 2020), 8.

<sup>171</sup> “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 13:40 a 18:13, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources)

<sup>172</sup> Recordemos que, por el contrario, el temperamento mesotónico tiene a nivel matemático infinitas alturas, las cuales, a un nivel más o menos práctico, podrían reducirse a treinta y una (ver Barbour, *Tuning and Temperament*, 97). A este respecto, cabe destacar la existencia de un instrumento creado por el anteriormente citado Vicentino (ver nota 126) que permite llevar a la práctica tal división de la octava en 31 notas: el archicémbalo. Para escuchar una pieza del propio Vicentino interpretada por el clavecinista suizo Johannes Keller en una reconstrucción del archicémbalo, ver Johannes Keller, “Vicentino: Madonna il poco dolce”, vídeo de YouTube, [https://www.youtube.com/watch?v=bhGwjgZ8zIY&ab\\_channel=JohannesKeller](https://www.youtube.com/watch?v=bhGwjgZ8zIY&ab_channel=JohannesKeller).

Así las cosas, cabe preguntarse en qué consiste exactamente un temperamento irregular, así como también cabe preguntarse acerca de las diferencias entre este tipo de temperamento y otros mencionados con anterioridad, a saber: el mesotónico y el igual. Respecto a la primera cuestión, es necesario remarcar que existe un gran número de temperamentos que, pese a ser distintos entre sí, pueden no obstante clasificarse como irregulares, puesto que sólo han de cumplir con una condición indispensable adelantada previamente: la heterogeneidad en el temperamento de las quintas, aspecto que no cumplen ni el temperamento mesotónico, donde todas las quintas salvo una (la del lobo) son homogéneas, ni el Temperamento Igual, donde todas las quintas sin excepción son también homogéneas.

Otro aspecto importante de los temperamentos irregulares es que suelen ser circulares, es decir, permiten tocar en todas las tonalidades.<sup>173</sup> Aun así, es un rasgo inherente a cualquier temperamento irregular que unas tonalidades estén inevitablemente más favorecidas (con intervalos más puros o cercanos a la pureza acústica) que otras.<sup>174</sup> Esta suerte de desigualdad entre tonalidades es característica de los temperamentos irregulares, puesto que en el temperamento mesotónico el hecho de no poder usar ciertas escalas no es tanto un problema inherente al temperamento como un problema inherente al teclado, al cual, podría decirse, le faltan teclas. En el marco del Temperamento Igual, por otra parte, la homogeneidad de las quintas conlleva necesariamente uniformidad en la pureza o impureza de las distintas tonalidades, las cuales suenan todas igual de bien, o igual de mal, según se mire. Es por ello que el Temperamento Igual ha sido criticado también desde un punto de vista expresivo al no existir diferencias en el “color” de las distintas tonalidades. A este respecto, hay ejemplos que van desde el compositor austriaco Pietro Lichtenthal (1780 - 1853),<sup>175</sup> hasta el violista estadounidense Michael Tree (nacido Applebaum), miembro del prestigioso Cuarteto

---

<sup>173</sup> En este sentido, y por contrapartida, el anteriormente citado Bosanquet hablaba de “sistemas cíclicos regulares”, es decir, aquellos que “no sólo son regulares, sino que también vuelven a la misma altura tras pasar por un número determinado de quintas”. Ver Bosanquet, *An Elementary Treatise*, 60.

<sup>174</sup> Nuevamente, un ejemplo ilustrativo a nivel acústico y visual del temperamento irregular atribuido al teórico musical y compositor italiano Francesco Valotti (1697 - 1780) puede verse en “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 15:14 a 15:51, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

<sup>175</sup> “Un temperamento igual no podrá subsistir, ya que, de lo contrario, perderíamos la personalidad de cada una de las tonalidades, y uno bien podría componer un nocturno en La menor o una fanfarria militar en La Mayor”. Cita recogida en Pietro Lichtenthal, *Dizionario e bibliografia della musica* (Milán: Antonio Fontana, 1826).

Guarnieri.<sup>176</sup> Así pues, las posibilidades expresivas que ofrecen los temperamentos irregulares en base a su inherente heterogeneidad de color tonal no sólo son otro rasgo distintivo de estos temperamentos, sino que probablemente también eran la razón por la que dichos temperamentos eran populares a lo largo del siglo XVIII y parte del XIX, épocas en las que el Temperamento Igual —cabe no olvidar— era de sobra conocido. En este sentido, es incluso probable que compositores de la talla de Bach, Mozart o Beethoven, entre otros, usaran e incluso prefirieran esta suerte de temperamentos, si bien, tal y como apunta Isacoff, determinar el tipo de afinación o temperamento que usaba un compositor concreto no sólo es una cuestión de enorme complejidad, sino que en muchos casos es algo imposible de determinar.<sup>177</sup>

En lo que respecta al origen de los temperamentos irregulares, cabe resaltar que éste muy probablemente se encuentre en modificaciones o mejoras de los mesotónicos, tal y como apunta Barbour.<sup>178</sup> Estas primeras modificaciones solían afectar a la antedicha quinta del lobo, cuyo “excedente” solía repartirse de distintas formas a lo largo de todo el círculo de quintas. Según algunos autores citados por Barbour, esta práctica estuvo vigente en Inglaterra hasta entrado el siglo XIX. Entre los pioneros de esta práctica a nivel europeo, si bien es probable que no fueran los primeros, Barbour destaca al matemático francés Mersenne (1588 - 1648), antes citado, y al célebre compositor y teórico musical francés Jean-Philippe Rameau (1683 - 1764).<sup>179</sup>

Finalmente, en lo que respecta al establecimiento del Temperamento Igual como temperamento universal en detrimento de todos los anteriormente expuestos, cabe destacar que, tal y como afirma Rotem, dicho temperamento siempre estuvo presente a lo largo de varios siglos, pero no fue hasta el siglo XVIII cuando comenzaron a aparecer voces que pedían la instauración de un temperamento universal.<sup>180</sup> Una de estas voces, citada por Rotem, fue la del teórico musical alemán Friedrich Wilhelm Marpurg (1718 - 1795), quien en

---

<sup>176</sup> “Creemos firmemente en la entonación expresiva, pero debe usarse con cuidado. Hemos escuchado grabaciones de nuestras interpretaciones que nos han alertado de los peligros de ir demasiado lejos. Aun así, prefiero errar en esa dirección que tocar con la estática y estéril entonación temperada [basada en el Temperamento Igual]. Cita recogida en David Blum, *The Art of Quartet Playing: the Guarneri Quartet in Conversation with David Blum* (Nueva York: Alfred A. Knopf Inc., 1986), 31.

<sup>177</sup> Isacoff, *Temperament*, 194-196.

<sup>178</sup> Barbour, *Tuning and Temperament*, 112-118.

<sup>179</sup> *ibid.*

<sup>180</sup> Ver “Temperaments - What you need to know”, Early Music Sources, vídeo de YouTube, de 18:20 a 19:56, [https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHep\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHep_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

1776 escribió: “El compositor debe obtener el carácter de su pieza, la formación de una emoción y la fuerza expresiva de la misma de fuentes distintas a los poderes creativos de martillo o llave de afinación”.<sup>181</sup> No obstante, no fue hasta entrado el siglo XIX cuando el consenso en lo que al Temperamento Igual respecta —al menos como ideal— parece hacerse patente, quedando los demás temperamentos relegados al “limbo de aquello que es descartado”, tal y como afirma Duffin citando al premio Nobel de medicina sir Peter Medawar.<sup>182</sup>

Apoyándose en lo expuesto por el musicólogo estadounidense Mark Lindley, Duffin adscribe la adopción del Temperamento Igual como temperamento universal a, entre otras cosas, la íntima relación que éste guarda con el diseño acústico del piano moderno. En este sentido, el antedicho Lindley escribe: “La facilidad enarmónica de Brahms o Fauré, las sonoridades flotantes de Debussy, el porte tímbrico de Webern, las deslizantes progresiones de acordes del jazz más urbano, todo ello se apoya implícitamente en el color del Temperamento Igual en la misma medida en que se apoya en otros rasgos acústicos del instrumento [el piano]”.<sup>183</sup> Así pues, parece probable que la propia evolución de la música, junto con la internacionalización del piano como instrumento, y la estandarización y mecanización de los procesos de construcción de éste contribuyeran de forma decisiva, tal y como sugiere Duffin, a la cimentación del Temperamento Igual no sólo como temperamento dominante, sino también como temperamento único y universal.

---

<sup>181</sup> Friedrich Wilhelm Marpurg, *Versuch über die musikalische Temperatur* (Breslavia: Johann Friedrich Korn, 1776), 194.

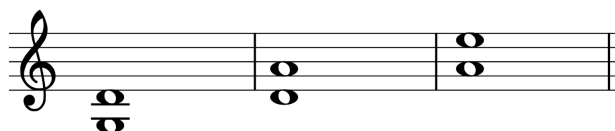
<sup>182</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 96-97.

<sup>183</sup> *ibid.*



## 2.2 LA DIDÁCTICA DE LA AFINACIÓN Y LA ENTONACIÓN EN EL CONTEXTO DEL VIOLÍN

Tal y como se comentaba en el capítulo primero del presente trabajo,<sup>184</sup> la afinación y la entonación, si bien son fenómenos íntimamente relacionados, pueden ser considerados respectivamente como antecedente y consecuente, siendo la afinación la base sobre la que opera, en última instancia, la entonación. No hay instrumento que mejor encarne esta relación que el violín, el cual debe ser afinado para, a la postre, poder entonar diferentes alturas. Es por ello que cualquier paradigma de entonación a nivel violinístico está fuertemente condicionado por la afinación de las cuerdas, que, en cualquier caso, han de formar tres quintas perfectas sucesivas, siendo la primera quinta (también la más grave) *sol*<sub>3</sub> - *re*<sub>4</sub>, la segunda *re*<sub>4</sub> - *la*<sub>4</sub> y la tercera *la*<sub>4</sub> - *mi*<sub>5</sub>, tal y como se muestra en la figura 19.



**Figura 19.** Quintas formadas por las cuerdas al aire del violín. (Elaboración y edición propias).

En lo que respecta al tipo de afinación a la que deben responder las antedichas quintas perfectas, es seguro decir que éstas suelen afinarse de forma pura, si bien ha habido y hay excepciones a esta norma.<sup>185</sup> Aun así, cabe destacar que de la afinación por quintas puras de las cuerdas del violín se derivan distintas particularidades y problemáticas —algunas ya expuestas al comienzo del presente trabajo—<sup>186</sup> inherentes al instrumento, si bien es cierto que tanto la viola como el violonchelo parten de una situación similar. Una de estas particularidades, ya mencionada por Ševčík,<sup>187</sup> 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 con respecto aquella en la que se está tocando.<sup>188</sup> Así pues, por ejemplo, si se quisiera tocar un *mi*<sub>4</sub>, el dedo habría de pisar la cuerda en un lugar diferente en función de si la cuerda de referencia fuera *sol*<sub>3</sub> o *la*<sub>4</sub>. Dicho de otra forma, el *mi* que precisa en el violín la tonalidad de Sol mayor no es el mismo (o no tiene por qué ser el mismo) que el

<sup>184</sup> Ver epígrafe 1.1, nota 3.

<sup>185</sup> El subepígrafe 2.2.1 desarrolla, entre otras cosas, este punto.

<sup>186</sup> Ver epígrafe 1.1.

<sup>187</sup> Ševčík, *School of Intonation*, viii.

<sup>188</sup> Cabe puntualizar, no obstante, que dicha necesidad tiene lugar en un contexto de entonación pura, es decir, aquella que se deriva del sistema puro de afinación (ver epígrafe 2.1 y sección 2.1.3.2).

que precisa la tonalidad de La mayor. Es precisamente esta versatilidad a la hora de entonar, la que probablemente, y entre otras cosas, ha hecho del violín un instrumento de gran polivalencia a lo largo de la Historia, pudiéndose interpretar en él tanto piezas de los siglos XVI y XVII —en muchos casos sujetas, tal y como se ha visto en epígrafes y subepígrafes anteriores, a paradigmas de afinación/entonación radicalmente distintos al actual— como el jazz más urbano, estilo en cuyo ADN está el Temperamento Igual. En relación a dicha polivalencia, la profesora y violinista Mieko Kanno<sup>189</sup> afirma lo siguiente:

El hecho de que el violín haya sobrevivido todo este tiempo, desde sus orígenes en el siglo XVI, entre otros instrumentos con sistemas de alturas más fijos y menos flexibles es un testimonio de la vieja búsqueda y experimentación con la entonación que siempre ha llevado a cabo el violinista.<sup>190</sup>

En lo que respecta a sistemas de entonación, podría decirse que en el violín “conviven” al menos tres paradigmas diferentes cuya aplicación y uso, podría decirse, dependen en buena medida del criterio del instrumentista, y de las necesidades de la interpretación.<sup>191</sup> Dichos sistemas, ya expuestos con anterioridad en el presente trabajo, son: el sistema pitagórico,<sup>192</sup> el sistema puro o justo<sup>193</sup> y el sistema de Temperamento Igual.<sup>194</sup>

Así las cosas, en lo que respecta al sistema de Temperamento Igual, cabe destacar que éste es el sistema de afinación en el que, tal y como se ha comentado con anterioridad, se encuadran la inmensa mayoría de pianos y guitarras actuales, lo cual quizás haya contribuido —dada la enorme popularidad de estos instrumentos— a que una nada desdeñable porción de la música no culta de consumo actual se construya en base a las señas de identidad de dicho sistema, a saber: quintas ligeramente rebajadas, terceras mayores muy amplias y doce semitonos de igual tamaño por octava. Aun así, podría decirse que dicho sistema no es el natural, “nativo”, del violín, el cual, recordemos, se suele afinar por quintas puras y en la práctica cuenta con intervalos más pequeños que el semitono temperado (en este sentido, cabe referirse, sin ir más lejos, al ejemplo aportado con anterioridad en relación al *mi*<sup>4</sup>. Es por

---

<sup>189</sup> Galardonada en certámenes de reconocido prestigio como el Reina Elisabeth (Bélgica) o el londinense Carl Flesch, Kanno ha impartido clases en el *Trinity College of Music* (Reino Unido), la Universidad de Durham (Reino Unido) y en el Uniarts de Helsinki (Finlandia).

<sup>190</sup> Mieko Kanno, “Thoughts on how to play in tune: pitch and intonation”, *Contemporary Music Review* 22, nº 1-2 (2003): 231-254, <https://doi.org/10.1080/0749446032000134733>.

<sup>191</sup> Ver, a tal respecto, lo expuesto por el violinista y pedagogo Kurt Sassmanhaus en “Intonation: Which System to Use When”, Violinmasterclass Youtube Channel, vídeo de YouTube, [https://www.youtube.com/watch?v=QaYOWIIvgHg&t=1s&ab\\_channel=ViolinmasterclassYouTubeChannel](https://www.youtube.com/watch?v=QaYOWIIvgHg&t=1s&ab_channel=ViolinmasterclassYouTubeChannel).

<sup>192</sup> Ver secciones 2.1.3.1 y 2.1.3.2.

<sup>193</sup> Ver sección 2.1.3.3.

<sup>194</sup> Ver secciones 2.1.3.3 y 2.1.3.4.

ello que el uso de este sistema en el ámbito del violín suele limitarse a situaciones en las que, tocando con un piano, se ha de realizar un unísono prolongado con dicho instrumento. No en vano, el anteriormente citado Ševčík afirmaba: “Si bien son sólo tres las quintas sucesivas que se extraen del círculo de quintas a la hora de afinar el violín, la diferencia entre éstas y sus homólogas temperadas es muy acusada en el violín”.<sup>195</sup> Asimismo, compositores decimonónicos de la talla del anteriormente citado Stanford —pianista de formación— tuvieron siempre presentes las evidentes discrepancias de afinación entre el piano y el violín a la hora de escribir música:

Quando el piano entra en escena, las condiciones varían sobremanera, y la escritura para cuerdas se torna algo más limitada y dificultosa. Entre ambos grupos existe una discrepancia de base: el piano está afinado conforme a la escala temperada, donde cada intervalo a excepción de la octava está desafinado, y las cuerdas conforme a la escala pura. Esta discrepancia debe limarse cuando ambos grupos tocan juntos, así como las fricciones a nivel de afinación han de evitarse en la medida que sea posible. Aunque el violinista o violonchelista consumado podrá adaptarse en los momentos críticos a los férreos moldes del piano, la experiencia y sentido común del compositor han de reducir a su mínima expresión este tipo de situaciones. El compositor debe, por ejemplo, evitar asignar pasajes de una melodía a un instrumento de cuerda en unísono con otro de tecla.<sup>196</sup>

En el caso de la afinación justa o pura, por otra parte, su uso es casi obligado cuando, en el ámbito del violín, se tocan dos o más cuerdas a la vez, pues se trata de un sistema exclusivamente basado en los ratios de pureza acústica de la serie armónica, lo cual implica acordes e intervalos afinados de forma natural y sin batimientos.<sup>197</sup>

El tercer sistema de afinación cuyo uso y aplicación es relativamente común en el ámbito del violín es el pitagórico, el cual, según Sassmannshaus, ha de ceñirse a la ejecución de melodías, escalas y arpeggios.<sup>198</sup> Cabe resaltar que Sassmannshaus equipara este sistema con una técnica de expresividad conocida como entonación expresiva, la cual consiste en exagerar en cierto modo las proporciones de diferentes intervalos con el objetivo de crear impacto emocional. En este sentido, el sistema pitagórico cuenta, tal y como se ha apuntado anteriormente, con intervalos de tercera mayor muy amplios, intervalos de tercera menor muy

---

<sup>195</sup> Ševčík, *School of Intonation*, vi

<sup>196</sup> Stanford, *Musical Composition*, 122-123.

<sup>197</sup> Ver, nuevamente, “Intonation: Which System to Use When”, Violinmasterclass Youtube Channel, vídeo de YouTube, [https://www.youtube.com/watch?v=QaYOwIlvgHg&t=1s&ab\\_channel=ViolinmasterclassYouTubeChannel](https://www.youtube.com/watch?v=QaYOwIlvgHg&t=1s&ab_channel=ViolinmasterclassYouTubeChannel).

<sup>198</sup> *ibid.*

pequeños, sostenidos muy altos y bemoles muy bajos, todo ello coincidente con las suertes de deformaciones interválicas deliberadas de las que suele valerse la afinación expresiva.<sup>199</sup>

Partiendo de lo anterior, sería aventurado hablar de un paradigma de entonación único en base al cual han operado los violinistas a lo largo de los siglos. En este sentido, la multiplicidad de sistemas de afinación/entonación que es posible aplicar en el ámbito del instrumento y los muchos devenires de la música a lo largo de la Historia sugieren una gran diversidad histórica, estilística e incluso geográfica a la hora de afinar. Es por ello que se ha considerado pertinente hacer mención a lo que distintos autores históricos —algunos de ellos violinistas de profesión— han escrito en relación a la afinación en el marco del violín. Sólo así es posible adquirir una perspectiva histórica sobre una realidad en muchos aspectos tan confusa como mal entendida; una realidad que a la luz de las distintas fuentes se torna poliédrica, pero que aun así conserva, tal y como se verá a continuación, una lógica física, estilística e histórica. En este sentido, cabe destacar unas palabras de la anteriormente citada Hoppenot:

No se puede plantear la afinación como un problema aislado, independiente de nuestra unidad instrumental. Sobre todo porque es parte integrante de la búsqueda de la sonoridad a la que contribuye ampliamente en lo que se refiere a la claridad y a la «vibración». Pero su complejidad y la importancia que adquiere en el arte de tocar el violín, tan sutil en lo que le concierne, justifican que le demos un tratamiento propio y le consagremos un especial desarrollo.<sup>200</sup>

### 2.2.1 Literatura histórica: los siglos XVIII, XIX y XX

Tal y como se ha comentado con anterioridad, todo paradigma de entonación a nivel violinístico suele tener como base las tres quintas puras que forman las cuerdas una vez afinadas. En la actualidad, así como durante el siglo XX, la afinación acústicamente pura de las cuerdas ha sido y es una práctica habitual, asentada e incluso podría decirse que mayoritaria, limitándose las excepciones al contexto del cuarteto de cuerda, donde no es poco

---

<sup>199</sup> No está del todo claro hasta qué punto las afinaciones expresiva y pitagórica son exactamente lo mismo, si bien son términos que suelen emplearse de forma indistinta. Por afinación pitagórica, entendemos aquella que resulta de encadenar una o varias quintas puras; por afinación expresiva, en cambio, podría entenderse únicamente la elevación o descenso exagerado de notas con una función armónica o melódica especial. En este sentido, hay evidencias de que el uso de la afinación expresiva no siempre se corresponde con las proporciones pitagóricas. Consultar al respecto Duffin, *How Equal Temperament*, 106.

<sup>200</sup> Hoppenot, *El violín interior*, 105-106.

frecuente que los instrumentistas temperen (rebajen) las quintas en aras de la afinación grupal.<sup>201</sup>

Partiendo de lo anterior, no es de extrañar que el ingeniero jefe de Thomastik-Infeld<sup>202</sup> hable de cómo las cuerdas pueden perder su pureza de quinta.<sup>203</sup> De igual modo, no resulta sorprendente que el concertista Tomás Cotik<sup>204</sup> hable de la necesidad de respetar la congruencia existente entre las quintas puras y las cuerdas del violín.<sup>205</sup> Asimismo, en lo que al siglo XX respecta, lo expuesto por Ševčík —pedagogo, cabe recordar, de influencia global en el ámbito del violín— no deja lugar a dudas acerca de la afinación de las cuerdas por quintas acústicamente puras.<sup>206</sup>

No obstante lo anterior, cabría preguntarse si la afinación acústicamente pura de las cuerdas del violín ha sido una constante a lo largo de la historia de dicho instrumento. En este sentido, la evidencia parece indicar que sí, pues, hacia la segunda mitad del siglo XVIII y comienzos del XIX, los escritos de Benjamin Stillingfleet y Carlo Botta —ambos provenientes de contextos geográfico-culturales distintos dadas las nacionalidades inglesa e italiana de uno y otro, respectivamente— afirman que los buenos violinistas solían evitar el uso —se entiende que en el curso de una interpretación— de las cuerdas al aire merced a la afinación pitagórica (por quintas puras) de las mismas, lo cual se corresponde, además, con lo expuesto a este respecto por el teórico musical alemán Johann Kirnberger, coetáneo tanto de Stillingfleet como de Botta.<sup>207</sup> En la misma línea, el músico aficionado inglés Roger North afirmaba en 1726 que una de las reglas más importantes a la hora de practicar el violín era el

---

<sup>201</sup> Igualmente excepcional es la práctica de temperar las quintas a la hora de tocar con un piano afinado conforme al Temperamento Igual, una práctica recogida en Ana Llorens, “Understanding Expressive Intonation: Casal’s Bach Beyond Conscience”, *Quodlibet* 76, (julio-diciembre 2021): 159-203, [https://www.researchgate.net/publication/357134075\\_Understanding\\_expressive\\_intonation\\_Casals'\\_Bach\\_beyond\\_conscience](https://www.researchgate.net/publication/357134075_Understanding_expressive_intonation_Casals'_Bach_beyond_conscience). En lo que respecta al cuarteto de cuerda, ver, por ejemplo, Julia Loucks, “The Jubilee Quartet’s 4 top tips on practising as an ensemble”, *The Strad*, 8 de enero, 2019, <https://www.thestrad.com/teaching/the-jubilee-quartets-4-top-tips-on-practising-as-an-ensemble-/8523.article>.

<sup>202</sup> Popular firma austríaca de cuerdas para distintos instrumentos, especialmente de cuerda frotada.

<sup>203</sup> Franz Klanner, “Stringtelligence by Thomastik-Infeld: Whistling E-strings”, *The Strad*, 28 de mayo, 2019, <https://www.thestrad.com/accessories/stringtelligence-by-thomastik-infeld-whistling-e-strings/8993.article>.

<sup>204</sup> Comprometido con la interpretación y la docencia, Cotik ha impartido clases en la West Texas A&M University (EEUU), en la Universidad de Miami (EEUU) y en la Universidad Internacional de Florida (EEUU). Actualmente imparte docencia en la Universidad Estatal de Portland (EEUU).

<sup>205</sup> Tomás Cotik, “How I interpret Bach: Tomás Cotik on strings, intonation and vibrato”, *The Strad*, 29 de noviembre, 2019, <https://www.thestrad.com/playing-and-teaching/how-i-interpret-bach-tomas-cotik-on-strings-intonation-and-vibrato/9761.article>.

<sup>206</sup> “Si bien son sólo tres las quintas sucesivas que se extraen del círculo de quintas a la hora de afinar el violín, la diferencia entre éstas y sus homólogas temperadas es muy acusada en el violín”. Consultar Ševčík, *School of Intonation*, vi

<sup>207</sup> Consultar al respecto Barbieri y Mangsen, “Violin intonation”.

producir las notas de forma pisada, y no con las cuerdas al aire, ya que éstas últimas tienden a producir un sonido duro y no siempre afinado.<sup>208</sup> Las palabras de North, si bien no hace alusión directa a la afinación pitagórica, constituyen una referencia indirecta a la problemática derivada de afinar las cuerdas del violín por quintas puras.<sup>209</sup>

Establecida la quinta pura como base actual e histórica común de la afinación de las cuerdas en el ámbito del violín, cabría preguntarse ahora sobre qué paradigma o paradigmas descansan sobre dicha base. Con anterioridad, se han mencionado tres sistemas (paradigmas) de afinación/entonación diferentes cuya aplicación y uso son relativamente frecuentes en la práctica violinística: el sistema pitagórico, el sistema puro o justo, y el sistema de Temperamento Igual.

Así las cosas, y siguiendo lo expuesto por Barbieri y Mangsen, parece probable que hasta mediados del siglo XVIII (quizás más), los violinistas emplearan —o aspiraran a emplear— el sistema de afinación pura o justa. Las evidencias de dicho uso se encuentran en, por ejemplo, lo escrito por Francesco Geminiani (1687 - 1762), violinista enormemente reconocido en su tiempo y autor de un tratado de violín donde afirma lo siguiente: “En cada octava la escala diatónica hay cinco tonos y dos de los semitonos mayores [...] la octava también ha de dividirse en doce semitonos, siete de los cuales son mayores y cinco menores”.<sup>210</sup> Esta clara distinción entre semitonos mayores y menores es indicativa de o bien el sistema de afinación pura, o bien el sistema pitagórico. A este respecto, la figura 20 revela la preferencia del autor por el primer sistema.

---

<sup>208</sup> *ibid.*

<sup>209</sup> No obstante, parece que hubo notables excepciones a la norma de afinar las cuerdas por quintas acústicamente puras. En este sentido, Barbieri y Mangsen recogen el caso de Tartini, quien, tal y como se verá más adelante, tenía una predilección por la afinación/entonación pura, lo que le llevaba a temperar la quinta existente entre las cuerdas *re* y *la*. Asimismo, los antedichos autores se hacen también eco de referencias aisladas a la temperación de las quintas del violín que se suceden durante el siglo XVIII y llegan hasta casi mediados del XIX. Entre tales referencias, destacan Jean-Philippe Rameau (1737), Antonio Eximeno (1775) y Luigi Picchianti (1834). Para más información, ver nuevamente Barbieri y Mangsen, “Violin intonation”.

<sup>210</sup> Francesco Geminiani, *The Art of Playing on the Violin* (Londres: Opera IX, 1751), 1, 3.

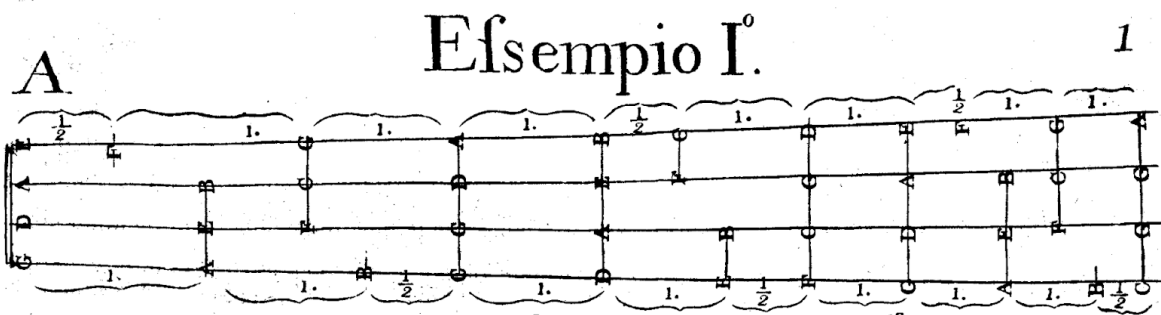
## Esempio II.



**Figura 20.** Ejercicios de escalas incluidos en el tratado de Geminiani, y con diferenciación entre semitonos mayores o diatónicos (*ma* [abreviación de *maggiore*, en italiano]) y menores o cromáticos (*mi* [abreviación de *minore*, en italiano]). (Primera edición del tratado, publicado en Londres [1751], p. 2).

Tal y como puede observarse, Geminiani considera mayores los semitonos diatónicos (*si - do*, *do $\sharp$  - re*, etc.), y menores los cromáticos (*do - do $\sharp$* , *re - re $\sharp$* , etc.), lo cual es acorde a los parámetros del sistema de afinación pura.

No obstante lo anterior, cabe destacar que la afinación justa o pura contempla, además de dos tipos de semitonos, dos tipos de tono: el tono mayor y el tono menor.<sup>211</sup> En este sentido, llama la atención que Geminiani no haga mención a tal diferenciación. Es más, en el diagrama que ofrece la figura 21, los tonos parecen ser uniformes, únicamente menguando las distancias entre notas —tal y como es normal— a medida que se sube a posiciones más agudas.



**Figura 21.** Diagrama incluido en el tratado de Geminiani donde se ofrece información sobre la ubicación de alturas en el diapason del violín. (Primera edición del tratado, publicado en Londres [1751], p. 1).

<sup>211</sup> La existencia de dos tipos de tono en el sistema puro viene dado (al igual que todos los intervalos de dicho sistema) por las ratios de la serie armónica, donde la distancia entre una nota fundamental y su segundo grado (ratio 9:8) es mayor que la existente entre el segundo grado y el tercero (ratio 10:9).

Esta aparente uniformidad en el tamaño de los tonos bien puede deberse a la posibilidad, apuntada por Barbieri, de que los violinistas del Barroco emplearan una suerte de afinación mesotónica a la hora de interpretar música, lo cual no parece descabellado si se tiene en cuenta la popularidad del temperamento mesotónico en el ámbito de los instrumentos de tecla durante los siglos XVI, XVII e incluso XVIII.<sup>212</sup> Aun así, son pocos los autores de la época que recomendaban dicha práctica de afinación en el entorno violinístico, por lo que es probable que no fuera una costumbre muy extendida.<sup>213</sup>

Otro usuario del sistema de afinación pura fue el influyente violinista barroco Giuseppe Tartini (1692 - 1770), quien en su *Trattato di musica* hablaba del uso de la escala en base a los distintos ratios, mostrando así una preferencia por la justa afinación.<sup>214</sup> Dicha preferencia se ve, además, confirmada en un tratado de ornamentación del mismo autor, que, en relación al *vibrato*, afirma:

Tal ornamento no debe usarse en aquellos semitonos llamados a imitar no sólo la voz humana, sino también la naturaleza de la justa entonación con precisión matemática. Esto quiere decir que la afinación no ha de alterarse en los semitonos, puesto que son el *vibrato* y la ondulación de la voz los que impiden que la afinación se mantenga en un punto fijo.<sup>215</sup>

Las palabras de Tartini acerca de los semitonos y la “precisión matemática” de la afinación no sólo sugieren una predilección por la afinación/entonación pura, sino que también sugieren una diferenciación, al igual que ocurría en Geminiani, entre semitonos mayores y menores.

El caso de Leopold Mozart (1719 - 1787) es igualmente paradigmático en lo que respecta al uso de la afinación/entonación pura, incluyendo la diferenciación entre semitonos mayores y menores. Así pues, en su conocido e influyente tratado de violín, el padre del genio de Salzburgo afirma:

En el teclado, *sol#* y *lab*, *reb* y *do#*, *fa#* y *solb*, son la misma nota. Esto es resultado de lo que se conoce como temperamento. No obstante, según la ratio correcta, las notas alteradas hacia abajo por un bemol están una coma por encima de aquellas alteradas hacia arriba por un

---

<sup>212</sup> Ver subepígrafes 2.1.3.3 y 2.1.3.4

<sup>213</sup> Barbieri y Mangsen aportan una pequeña relación de los pocos autores que recomendaban el uso de la afinación/entonación mesotónica en el ámbito del violín, a saber: el teórico italiano Adriano Banchieri (1609), el afinador de órganos inglés Ambrose Warren (1725) y el matemático francés Jean Dumas (1756).

<sup>214</sup> Giuseppe Tartini, *Trattato di Musica secondo la vera scienza dell'armonia* (Padua: Stamperia del Seminario, 1754), 100; consultar también al respecto Barbieri y Mangsen, “Violin intonation”, 70.

<sup>215</sup> Giuseppe Tartini, *Treatise on the Ornaments of Music*, trad. Sol Babitz (Nueva York: Carl Fischer, 1956), 86.



sostenido. Por ejemplo: *reb* está por encima de *do#*, *lab* está por encima de *sol#*, *solb* por encima de *fa#*, y así en adelante. Aquí el buen oído ha de juzgar, y sería recomendable familiarizar a los alumnos con el monocordio.<sup>216</sup>

Al igual que ocurría en Geminiani, la disertación que hace Leopold Mozart acerca de los semitonos no deja lugar a dudas sobre su adscripción al sistema puro o, al menos, a algo muy parecido, quizás a una suerte de temperamento mesotónico.<sup>217</sup> Además, sendas menciones a la ratio matemática y al monocordio no hacen más que reforzar esta noción; una noción que el ilustre hijo de Leopold, Wolfgang Amadé Mozart (1756 - 1791), parece heredar directamente del padre, tal y como atestiguan los documentos conservados por su alumno Thomas Attwood, los cuales, habiendo llegado a nuestros días, reflejan —del propio puño y letra de Wolfgang, y tal y como puede verse en la figura 24— la distinción entre semitonos mayores (“*mezzi tuoni grandi*”) y menores (“*mezzi tuoni piccoli*”). Esto sugiere que tanto Mozart padre como Mozart hijo —ambos violinistas, si bien bien Wolfgang será recordado eminentemente como pianista— no sólo concebían la música en los términos de la afinación/entonación pura (quizás mesotónica), sino que muy probablemente aplicaran dichos términos a la hora de tocar y componer para violín.<sup>218</sup> En este sentido, las figuras 22 y 23 muestran la importancia que adquieren las escalas cromáticas en el tratado de violín de Leopold Mozart, quien distingue entre aquellas que alternan semitono mayor con semitono menor (figura 22), y aquellas que alternan semitono menor con semitono mayor (figura 23).

---

<sup>216</sup> Leopold Mozart, *Versuch einer gründlichen Violinschule* (Ausburgo: Johann Jacob Lotter, 1756), 66-67.

<sup>217</sup> Ver nota 66.

<sup>218</sup> John Hind Chesnut, en su artículo acerca de W. A. Mozart y su enseñanza de la afinación/entonación, resalta cómo Leopold, en una carta a su hijo fechada el 11 de junio de 1778, hace referencia al cantante, compositor y profesor Francesco Tosi (1654 - 1732), autor del influyente tratado de canto *Opinioni de' Cantori Antichi e Moderni*, donde se tratan aspectos relacionados con la entonación pura, como una fuente fiable en relación a la afinación/entonación. Asimismo, Chesnut describe la entonación propuesta por Leopold en su tratado de violín como mesotónica, lo cual implicaría que, en el caso de los Mozart, las tres quintas que forman las cuerdas del violín habrían de ser rebajadas (temperadas) y no puras. Igualmente interesante es la aseveración, por parte de Chesnut, de que las dos escalas que figuran en el tratado de Leopold (ver imagen 19) no eran abstracciones teóricas, sino ejercicios prácticos de entonación en los que se esperaba que el alumno discriminara entre semitonos mayores y menores. Para más información, ver John Hind Chesnut, “Mozart’s Teaching of Intonation”, *Journal of the American Musicological Society* 30, nº 2 (verano 1977): 254–71, <https://doi.org/10.2307/831219>



**Figura 22.** Escala cromática incluida en el tratado de Leopold Mozart, construida exclusivamente con bemoles a partir de la nota *sol*<sub>3</sub>. (Primera edición del tratado, publicado en Augsburg [1756], p. 66).



**Figura 23.** Escala cromática incluida en el tratado de Leopold Mozart, construida exclusivamente con sostenidos a partir de la nota *sol*<sub>3</sub>. (Primera edición del tratado, publicado en Augsburg [1756], p. 67).

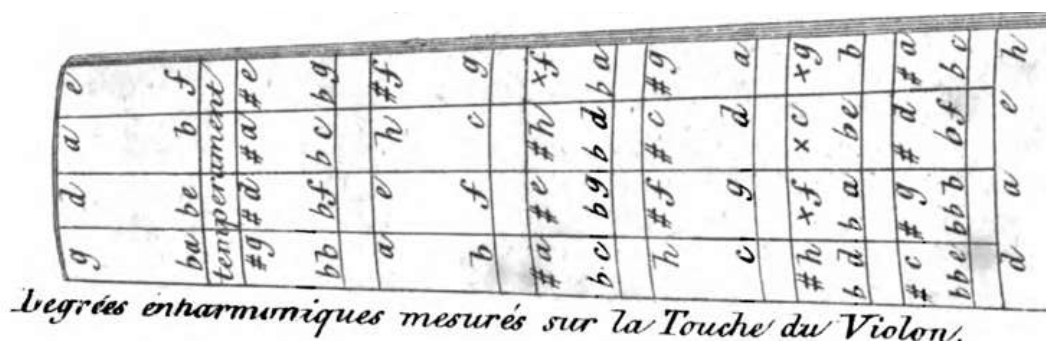


**Figura 24.** Transcripción de lo escrito por Wolfgang Amadé Mozart en los ejercicios de su alumno Thomas Attwood, donde puede leerse cómo Mozart llama semitonos mayores (*mezzi*

*tuoni grandi*) a los semitonos diatónicos, y semitonos menores (*mezzi tuoni piccoli*) a los cromáticos. (Extraído de “NMA X/30/1: Thomas Attwood's Studies on Theory and Composition with Mozart”, Internationale Stiftung Mozarteum Salzburg, consultado el 19 de julio de 2022,

[https://dme.mozarteum.at/DME/nma/nma\\_cont.php?vsep=223&gen=edition&l=2&p1=3](https://dme.mozarteum.at/DME/nma/nma_cont.php?vsep=223&gen=edition&l=2&p1=3))

Hacia finales del siglo XVIII, el violinista italiano Bartolomeo Campagnoli (1751 - 1827) aporta las primeras evidencias de uso de la afinación/entonación expresiva y/o pitagórica en el violín moderno.<sup>219</sup> Dichas evidencias aparecen reflejadas en su tratado para violín,<sup>220</sup> en referencia al cual la figura 25 muestra un diagrama completo del diapasón del instrumento en el que las notas alteradas con un sostenido aparecen por encima de aquellas alteradas con un bemol, tal y como ocurriría en el sistema pitagórico de afinación/entonación.



**Figura 25.** Diagrama completo del diapasón del violín, tal y como aparece en el método de Campagnoli. (Edición Breitkopf & Härtel [1797], p. 129).

Tal y como sugiere Duffin, este aparente cambio de paradigma parece responder a la práctica —muy extendida incluso en la actualidad— de empujar hacia arriba aquellas notas que tienen función de sensible.<sup>221</sup> En base a esto, podría decirse que el cambio que se observa en Campagnoli se debe, quizás, más a una técnica de expresividad que a un abandono de la afinación/entonación pura en pos de la pitagórica, limitándose quizás el uso de este último sistema a momentos puntuales. Un indicio de ello podría ser, por ejemplo, lo escrito por el también violinista Francesco Galeazzi (1758 - 1819), quien, sólo un año antes de la

<sup>219</sup> En el ámbito del violín, existe una cierta diversidad de terminología para referirse a la entonación pitagórica, a saber: expresiva, melódica, funcional, pseudo-pitagórica... Dicha diversidad se debe, quizás, al hecho de que el empleo de este tipo de entonación por parte del violinista no es necesariamente integral, es decir, puede limitarse a notas con funciones armónicas concretas, por ejemplo, las sensibles, tal y como se verá a continuación.

<sup>220</sup> Bartolomeo Campagnoli, *Nouvelle Méthode de la Mécanique Progressive du Jeu de Violon* (Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1797), 129.

<sup>221</sup> Ver Duffin, *How Equal Temperament*, 64.

publicación del tratado de Campagnoli, y tras veinte páginas de disertación sobre la afinación justa, hablaba de elevar las notas con función de sensible hasta “satisfacer al oído”.<sup>222</sup>

Prueba de la buena salud de la que gozaba la práctica de la afinación/entonación pura en el ámbito del violín a comienzos del siglo XIX es la versión de la escala cromática (figura 26) que ofrece el violinista francés Michel Woldemar (1750 - 1815) en su método para violín.<sup>223</sup>



**Figura 26.** Escalas diatónica y cromática tal y como aparecen en el método para violín de Woldemar. (Edición parisina [1798], p. 3).

En base a lo expuesto hasta el momento, podría afirmarse que, si bien Campagnoli parece abrir una nueva línea en lo que concierne a la entonación en el ámbito del violín, lo aportado por Woldemar sugiere que la tradición armónica de Geminiani, Tartini o Mozart seguía viva en el umbral del siglo XIX. A este respecto, cabe traer a colación un cuarteto de cuerda compuesto por Joseph Haydn (Op. 77, nº 2) hacia 1799 y publicado en 1802.<sup>224</sup> En el primer movimiento de esta obra, ante una enarmonía en la parte del violonchelo entre *mi b* y *re#*, Haydn escribe textualmente: “*l’istesso tuono*” (“la misma nota”),<sup>225</sup> tal y como puede observarse en la figura 27. La figura 28, en cambio, muestra cómo esta anotación desaparece de ediciones posteriores.

<sup>222</sup> Francesco Galeazzi, *Elementi teorico-pratici di musica* (Ascoli: Francesco Cardini, 1817).

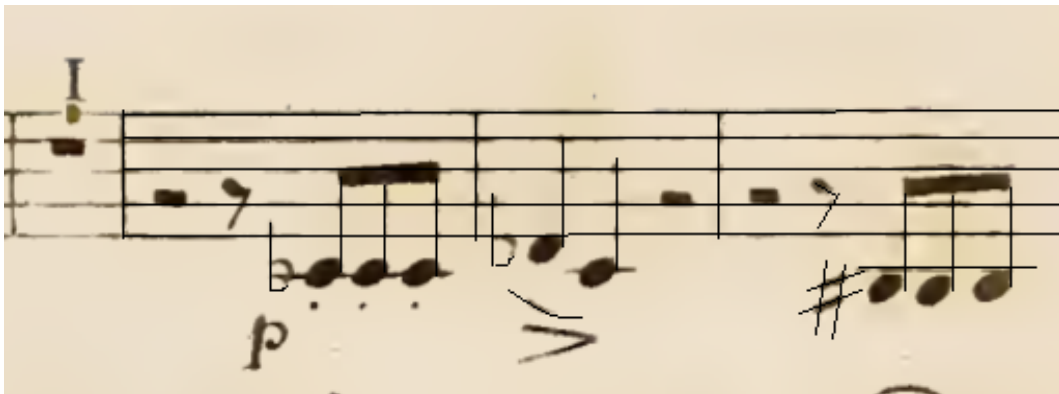
<sup>223</sup> Michel Woldemar, *Grande Méthode ou étude élémentaire pour le violon* (París: Hanry, 1798).

<sup>224</sup> Curiosamente, la anotación no está presente en ediciones decimonónicas no tan lejanas a la publicación de la obra. Al respecto, ver, por ejemplo, Ignace Pleyel, *Collection complète des quatuors d’Haydn, No. 82*, (París: I. Pleyel, 1820), 255.

<sup>225</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 65-66.



**Figura 27.** Compases 91 a 93 del primer movimiento del Cuarteto en Fa mayor, Op. 77, nº 2 de Joseph Haydn, en el que su autor, ante una enarmonía entre *mi $\flat$*  y *re $\sharp$*  escribe textualmente: “*l'istesso tuono*” (“la misma nota”). (Edición propia, a partir del manuscrito original).



**Figura 28.** Edición decimonónica del pasaje manuscrito que aparece en la figura 27. Nótese la ausencia de la anotación original escrita por Haydn. (Edición de Ignace Pleyel [1820] retocada digitalmente para su mejor visualización).

Tal y como indica el propio Duffin,<sup>226</sup> parece lógico pensar que Haydn introdujo dicha anotación —una anotación que, cabe resaltar, no sólo aparece en el manuscrito de la obra, sino también en la primera edición de la misma— previendo que el chelista tocaría por

<sup>226</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 71-72.

defecto dos notas distintas. Aun así, es difícil determinar si, de no haber escrito Haydn la indicación, el chelista hubiera optado por la línea pseudo-pitagórica de Campagnoli (sostenidos muy altos y bemoles muy bajos) o si por el contrario se hubiera decantado por la antedicha tradición armónica de Geminiani o Mozart, más cercana a los postulados de la entonación justa.<sup>227</sup> Por otra parte, en lo que respecta a los motivos por los que Haydn buscaba un enarmonización puramente “pianística” de ambas notas, Duffin nos recuerda que ha de descartarse una supuesta preferencia de Haydn por el Temperamento Igual. Entre las razones de dicho descarte, están, en primer lugar, la propia tradición armónica dieciochesca en la que creció el compositor austríaco, y, en segundo lugar, su entusiasmo por el Telio-chordon, una suerte de piano patentado en Londres en 1788 y en el que la octava se dividía en treinta y nueve notas distintas.<sup>228</sup>

Con independencia de lo expuesto hasta el momento, lo cierto es que el avance del Temperamento Igual a lo largo del siglo XIX fue en cierto modo inexorable. A día de hoy, el consenso parece ser que dicho temperamento era ya dominante hacia la segunda década del mencionado siglo.<sup>229</sup> Aun así, no es menos cierto que personajes del ámbito físico-matemático de la época —véanse Pierre Galin y Charles Delezenne— seguían concibiendo la afinación en términos de semitonos mayores y menores, en línea con la tradición armónica dominante en el siglo anterior.<sup>230</sup>

En lo que al violín respecta, el segundo cuarto del siglo XIX ve la publicación de tratados y métodos para violín tan importantes como los de Pierre Baillot (1771 - 1842),<sup>231</sup> Louis Spohr (1784 - 1859)<sup>232</sup> y François-Antoine Habeneck (1781 - 1849).<sup>233</sup> El caso de Spohr es especialmente interesante dada su preferencia explícita por el Temperamento Igual:

---

<sup>227</sup> Dicho de otro modo, si el instrumentista hubiese optado por la línea pseudo-pitagórica, el *re*# estaría más bajo que el *mi*b. Asimismo, de haber optado por la vía de la entonación justa, el instrumentista hubiera tenido que deslizar el dedo ligeramente hacia arriba —en dirección al agudo— para tocar el *re*#.

<sup>228</sup> En una carta a Charles Clagget, inventor del Telio-chordon, fechada en abril de 1792, Haydn decía: “¡Señor! Pasé por su casa, en su ausencia, y comprobé sus mejoras realizadas al pianoforte y a los clavicordios, pareciéndome todos instrumentos perfectos. Así pues, en justicia a su invento, no puedo sino darle mi más absoluta aprobación, ya que ha inventado uno de los mejores instrumentos que jamás hayan existido, perfecto, y por ende el más apropiado para llevar a cabo cualquier tipo de interpretación musical o para acompañar a la voz”. Ver al respecto Duffin *How Equal Temperament*, 71-72.

<sup>229</sup> *ibid.*, 73-79.

<sup>230</sup> El caso de Galin es especialmente llamativo, ya que, hacia 1818, seguía apostando por la temperación de las quintas a razón de  $\frac{1}{4}$  de coma sintónica, es decir, por un temperamento de carácter mesotónico. Ver al respecto Barbour, *Tuning and Temperament*, 39, y Duffin, *How Equal Temperament*, 73-79.

<sup>231</sup> Pierre Baillot, *L'art du violon* (Mainz: B. Schott, 1835).

<sup>232</sup> Louis Spohr, *Violinschule* (Viena: Tobias Haslinger, 1832).

<sup>233</sup> François Habeneck, *Méthode Théorique et Pratique de Violon* (París: Canaux, 1842).

Por afinación pura entendemos, obviamente, aquella que se deriva del temperamento igual, ya que para la música moderna no hay otra afinación posible, y es la única que el aspirante a violinista necesita conocer. En consecuencia, esta obra no hace mención ni al temperamento irregular ni a los semitonos mayores o menores, ya que ambos sólo servirían para traer confusión a la doctrina de uniformidad de tamaño de los doce semitonos.<sup>234</sup>

Tal y como sugiere Duffin,<sup>235</sup> lo expuesto por Spohr implica que en 1832 tanto los temperamentos irregulares como los semitonos mayores y menores seguían en uso, y es precisamente por ello —y con la mera intención de simplificar— por lo que Spohr abogaba por comenzar a instruir al alumno de violín conforme a la “doctrina” del Temperamento Igual.<sup>236</sup>

A lo expuesto por Duffin acerca de Spohr, cabría añadir que las palabras del violinista parecen circunscribirse en buena medida al ámbito de la “música moderna”, es decir, a la música que se hacía en torno a 1832. Una música, cabe resaltar, muy mediatizada por el auge del piano, que por aquel entonces comenzaba a estar afinado conforme al Temperamento Igual.<sup>237</sup>

En lo que respecta a Pierre Baillot, su método de violín —publicado sólo tres años después del de Spohr— parece pasar de puntillas por el tema de la entonación, limitándose, tal y como puede verse en la figura 29, a afirmar de forma verdaderamente enigmática: “Doce escalas con bemoles y sostenidos aparentemente iguales en los instrumentos de tecla, pero distintas en el violín en cuanto a digitación y carácter”.<sup>238</sup>

---

<sup>234</sup> Spohr, *Violinschule*, 3.

<sup>235</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 81.

<sup>236</sup> Del mismo modo, el chelista y compositor alemán Bernhard Romberg (1767 - 1841) recomendaba en 1839 el uso del Temperamento Igual para los principiantes, si bien contemplaba que los instrumentistas más avanzados elevaran los sostenidos y bajarán los bemoles, confirmando así la línea pseudo-pitagórica de entonación abierta por Campagnoli décadas antes. Ver Barbour, *Tuning and Temperament*, 62, y Chesnut, “Mozart’s Teaching of Intonation”, 256.

<sup>237</sup> De hecho, en 1828, el compositor y virtuoso del piano Johann Nepomuk Hummel (1778 - 1837) ya hablaba de cómo el piano de entonces estaba afinado conforme al Temperamento Igual. Consultar nuevamente Chesnut “Mozart’s Teaching of Intonation”, 262.

<sup>238</sup> Baillot, *L’art du violon*, 26.

In  $\flat$  und  $\sharp$  scheinbar ähnlich auf Tasteninstrumenten aber auf der Violine durch Fingersatz und Charakter verschieden.

En Bémols et en Dièzes, semblables sur les instrumens à clavier, mais d'un doigter et d'un caractère différents sur le Violon.

The image shows four musical scales arranged in two rows and two columns. Each scale is written on a single staff in C major time signature. The scales are:
 

- Top-left: Es Dur. Mi  $\flat$  Majeur. (E major with a flat on the second degree).
- Top-right: Dis Dur. Ré  $\sharp$  Majeur. (D major with a sharp on the second degree).
- Bottom-left: Des Dur. Ré  $\flat$  Majeur. (D major with a flat on the second degree).
- Bottom-right: Cis Dur. Ut  $\sharp$  Majeur. (C major with a sharp on the first degree).

 Each scale begins with a dynamic marking of *f* and includes slurs and accents over the notes.

**Figura 29.** Escalas de carácter enarmónico tal y como aparecen en el tratado *L'art du violon* de Pierre Baillot. (Edición alemana [1835], p. 26).

Si bien nos encontramos ante una frase en cierto modo crítica, parece evidente que Baillot quiso establecer una diferenciación, en términos de afinación, entre cuerda y teclado, sugiriendo que, en el ámbito del violín, notas como *mi $\flat$*  y *re $\sharp$*  son alturas distintas. Así pues, Baillot parece enlazar directamente con la tradición anterior, aunque es prácticamente imposible saber si concebía la afinación en los términos pseudo-pitagóricos de Campagnoli o conforme a los ratios puros de Woldemar o Mozart. En cualquier caso, parece lógico pensar que, en 1835, Baillot no seguía la doctrina de uniformidad de los doce semitonos (Temperamento Igual) promulgada por Spohr.

Casi una década después de la publicación del tratado de Baillot, François Habeneck, alumno del primero, publicaba su propio método de violín.<sup>239</sup> Con respecto a la afinación, Habeneck afirma lo siguiente:

La segunda aumentada y la tercera menor son, en esencia, lo mismo, pero su denominación cambia con el nombre de las notas. Por ejemplo, *sol* natural y *la $\sharp$*  forman una segunda aumentada; con *sib* obtendríamos una tercera menor la cual, al igual que la segunda aumentada, estaría formada por tres semitonos. Lo mismo ocurre con la cuarta aumentada y la quinta disminuida, con la quinta aumentada y la sexta menor y con la sexta aumentada y la séptima menor. No se pretende aquí demostrar la diferencia que realmente existe entre estos intervalos, cuyo estudio pertenece más al ámbito de la composición.<sup>240</sup>

Tal y como apunta Duffin,<sup>241</sup> las palabras de Habeneck acerca de la “diferencia que realmente existe” entre intervalos enarmónicos parecen constatar su conocimiento de la

<sup>239</sup> Ver nota 133.

<sup>240</sup> Habeneck, *Méthode*, 7.

<sup>241</sup> Duffin; *How Equal Temperament*, 83.



tradición armónica del siglo anterior, si bien es cierto que de estas palabras no se deduce una aplicación práctica de dicha tradición. Una líneas más abajo, Habeneck continúa:

Dado que la serie natural de la escala de *do* está compuesta de siete notas, cada una de las cuales puede tener su propia escala mayor o menor, el resultado es que tendremos catorce tonalidades: siete mayores y siete menores. No obstante, teniendo en cuenta, por una parte, que dicha escala de *do* también puede dividirse en semitonos por medio de sostenidos y de bemoles, y, por otra, que cada uno de esos semitonos puede tomarse como la primera nota de una escala, se deduce que además de las catorce tonalidades mencionadas, tendremos otras veinte más [...], lo cual hace un total de treinta y cuatro tonalidades. Sin embargo, vista la dificultad casi insuperable de ejecutar tantas tonalidades, los intérpretes han reducido el número a veintisiete como mucho.<sup>242</sup>

Una vez más, las palabras de Habeneck constatan su conocimiento de la antedicha tradición armónica de Geminiani o Mozart, si bien en esta ocasión parece fácil deducir hasta qué punto creía en la aplicación práctica de la misma. A este respecto, la insistencia de Habeneck acerca de la impracticabilidad de ejecutar tantas tonalidades —tantas notas— sugiere que o bien lo consideraba técnicamente difícil, o bien fútil en el contexto musical que había alrededor de 1842. Lo más probable, en opinión de este autor, es que se tratara de una combinación de ambas cosas: por una parte, la producción de notas enarmónicamente distintas es, sin lugar a dudas, exigente a nivel técnico; por otra parte, parece lógico pensar que la hegemonía del piano —especialmente de aquel afinado conforme al Temperamento Igual— como instrumento y herramienta de composición a mediados del siglo XIX relegara al ámbito de lo innecesario la diferenciación entre notas enarmónicas. Dicho de otro modo, la música de mediados del XIX ya no estaba concebida para un mundo en el que *fa#* y *solb*, por poner un ejemplo, son notas distintas. En este sentido, sería poco realista pensar que un cambio de paradigma tal no tuvo efecto alguno en la práctica violinística de la época, tal y como efectivamente se atisba tanto en Spohr como en Habeneck. No obstante, sería un error pensar que los violinistas decimonónicos y, por extensión, los del siglo XX se plegaron enteramente a la doctrina de uniformidad de los doce semitonos, tal y como se verá a continuación.

El caso del legendario violinista Joseph Joachim (1831 - 1907), impulsor decisivo del repertorio para violín solo de J. S. Bach, y amigo y/o dedicatario de compositores de la talla

---

<sup>242</sup> Habeneck, *Méthode*, 17-18.

de Brahms o Schumann, es relevante en lo que respecta a la afinación en el ámbito del violín decimonónico:

En el marco de un experimento sobre afinación y temperamento llevado a cabo en 1863 por el reconocido científico alemán Hermann von Helmholtz (1821 - 1894), Joachim tocó una escala de *sol mayor* en la que la tercera y sexta nota resultaron estar afinadas de forma pura (justa) con respecto a la nota inicial.<sup>243</sup> De esto, podría deducirse una preferencia de Joachim por la afinación pura o, al menos, por la afinación pura de terceras mayores y menores. No obstante, Duffin se muestra escéptico al respecto, poniendo en duda la espontaneidad de las notas producidas por el violinista, quien, siempre según Duffin, podría haber intuido lo que Helmholtz buscaba.<sup>244</sup> Aun así, lo escrito por el propio Joachim años más tarde en su tratado de violín deja lugar a pocas dudas: el violinista tenía preferencia por la afinación pura, a la que, de hecho, dedica todo un capítulo en el segundo volumen de su tratado.<sup>245</sup> Así pues, en el capítulo “Del tamaño de los intervalos” Joachim diserta sobre las distintas ratios de los intervalos puros —incluyendo tonos y semitonos mayores y menores, tal y como puede verse en la figura 30—, así como también habla del impacto de dichas cuestiones en la práctica violinística. En este sentido, hace especial hincapié en la coma sintónica, cuyo entendimiento es fundamental a la hora de afinar de forma pura distintos intervalos y escalas. En lo que respecta al Temperamento Igual, Joachim limita su uso a aquellas ocasiones en las que se toque acompañado de un piano, especialmente en pasajes donde la afinación de uno y otro instrumento tenga el potencial de diferir de forma sustancial.<sup>246</sup> Por último, en relación a lo que él denomina “entonación melódica”,<sup>247</sup> su uso queda limitado al ámbito del semitono y en el contexto de intervalos aumentados o disminuidos para, según Joachim, resaltar el carácter peculiar de los mismos. No obstante, el violinista advierte: “Evidentemente, en sucesiones de notas lentas, la afinación melódica podrá usarse siempre y cuando no colisione con las armonías que están por debajo y por encima”.<sup>248</sup>

---

<sup>243</sup> Ver Hermann von Helmholtz, *Die Lehre den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, trad. Alexander J. Ellis (Londres: Longmans, Green, and CO., 1895), 325; y Duffin, *How Equal Temperament*, 105.

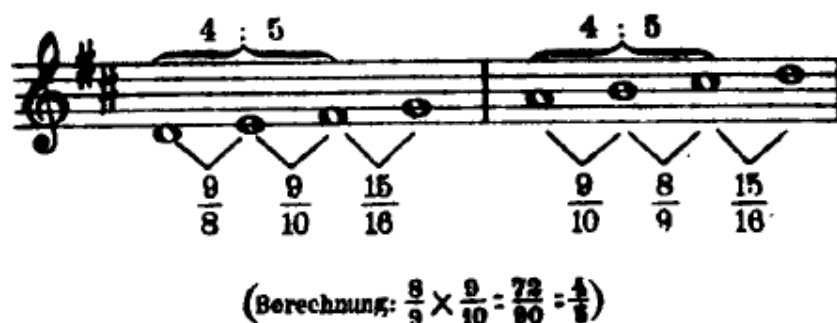
<sup>244</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 105.

<sup>245</sup> Joseph Joachim, y Andreas Moser, *Violinschule II*, (Berlín: N. Simrock, 1905).

<sup>246</sup> Ver al respecto el ejemplo que se aporta en el epígrafe 1.1.

<sup>247</sup> Tal y como se ha comentado con anterioridad, otro término para hablar de o bien afinación pitagórica, o bien expresiva o pseudo-pitagórica.

<sup>248</sup> Joachim y Moser, *Violinschule II*, 19.



**Figura 30.** Ilustración procedente del *Violinschule* de Joachim en la que puede verse una escala de re mayor con sus ratios correspondientes a tonos mayores (9/8) y menores (9/10), y con aquellos que corresponden con los semitonos mayores o diatónicos (15/16). (Edición berlinesa [1905], Vol. II, p. 17).

El caso de Joachim, un violinista que en pleno siglo XIX se inclinaba a afinar conforme a los ratios puros, no parece ser en ningún modo aislado. En 1853, sólo unos años antes del experimento de Helmholtz, el anteriormente citado Delezenne ya había constatado que los violinistas de la orquesta de la ciudad francesa de Lille tendían a usar la afinación pura cuando tocaban intervalos diatónicos —terceras mayores y menores, por ejemplo—, si bien usaban una suerte de temperamento en el ámbito cromático.<sup>249</sup> Por el contrario, los experimentos llevados a cabo hacia 1875 por el filólogo y matemático inglés Alexander Ellis (1814 - 1890) muestran cómo tres instrumentistas profesionales de reconocido prestigio en la época —M. Hubert Léonard (violinista), M. Séligmann (violonchelista) y M. Ferrand (violinista)— producían terceras mayores y menores que distaban en gran medida de sus valores puros, acercándose e incluso sobrepasando los valores pitagóricos. Así pues, en el caso de las terceras mayores, éstas estaban muy por encima de las proporciones justas para dicho intervalo, y en el caso de las menores, muy por debajo.<sup>250</sup>

De los párrafos anteriores se desprende que, si bien el siglo XIX ve el auge y cimentación del Temperamento Igual en todos ámbitos instrumentales, en el caso del violín decimonónico y, por extensión, en toda la cuerda frotada de la época, la asimilación parece ser muy parcial, conviviendo en dicho ámbito varias tendencias en lo que a sistemas de afinación/entonación respecta. Así pues, hay evidencias de adscripción a una afinación pseudo-pitagórica, tal y como parecen ser los casos de Campagnoli y de los instrumentistas investigados por Ellis; de adscripción al Temperamento Igual, tal y como puede verse en

<sup>249</sup> Barbieri y Mangsen, “Violin intonation”, 85.

<sup>250</sup> Para más información sobre Ellis y sus experimento, ver Duffin, *How Equal Temperament*, 106.

Spohr y en Habeneck; y de preferencia por la afinación pura, tal y como se atisba en los violinistas de la orquesta de Lille y en Joachim. El caso de Joachim es, además, de una especial relevancia, puesto que de él se conservan rudimentarias grabaciones las cuales han sido analizadas con distintos programas informáticos, pudiéndose constatar que sus terceras mayores y menores tienden a ser puras o casi puras, y no temperadas o pitagóricas.<sup>251</sup>

El caso de otro de los grandes virtuosos del violín del siglo XIX y principios del XX, Pablo de Sarasate (1844 - 1908) es también interesante, especialmente teniendo en cuenta que su afinación era objeto de frecuentes halagos, tal y como atestiguaban entonces el diario *La France Musical* (“raramente hemos encontrado un instrumentista de igual afinación y pureza de sonido”) o el contemporáneo de Sarasate y también violinista Eugèze Ysaÿe (1858 - 1931), quien afirmó: “Sarasate nos ha enseñado a tocar afinado”.<sup>252</sup>

En relación a Sarasate, Duffin sugiere que éste tenía una concepción eminentemente melódica de la música, lo cual le habría llevado a hacer uso frecuente de la afinación pseudo-pitagórica o expresiva.<sup>253</sup> Como evidencia de dicha inclinación, Duffin se remite a una grabación del preludio de la Partita en mi mayor para violín solo de J. S. Bach realizada por el propio Sarasate en 1904. En dicha grabación, Sarasate toca varias veces un acorde cuya tercera mayor está en torno a los 406.33 cents de media, significativamente por encima de los 400 cents que forman una tercera mayor pura.<sup>254</sup>

**Tabla 8.** Relación de violinistas junto con sus períodos históricos, tendencias de entonación y obras teóricas notables

Violinista	Período	Tendencia de entonación	Obra(s) teórica(s) notables
Francesco Geminiani (1687 - 1762)	Barroco tardío	Pura	<i>The Art of Playing on the Violin</i> (1751)
Giuseppe Tartini (1692 - 1770)	Barroco tardío	Pura	<i>Trattato di musica</i> (1754)

<sup>251</sup> *ibid.*, 109-110.

<sup>252</sup> Pérez

<sup>253</sup> Duffin, *How Equal Temperament*, 113.

<sup>254</sup> *ibid.*

**Tabla 8.** Relación de violinistas junto con sus períodos históricos, tendencias de entonación y obras teóricas notables

Violinista	Período	Tendencia de entonación	Obra(s) teórica(s) notables
Leopold Mozart (1719 - 1787)	Barroco tardío / Clasicismo	Pura	<i>Versuch einer gründlichen Violinschule</i> (1756)
Wolfgang Amadé Mozart (1756 - 1791)	Clasicismo	Pura	Legado documental de su alumno Thomas Attwood (1785-7)
Francesco Galeazzi (1758 - 1819)	Clasicismo	Pura / pseudo-pitagórica o expresiva para notas con función de sensible	<i>Elementi Teorico-Pratici di Musica</i> (1796)
Bartolomeo Campagnoli (1751 - 1827)	Clasicismo	Pseudo-pitagórica o expresiva	<i>Nouvelle Méthode de la Mécanique Progressive du Jeu de Violon</i> (1797)
Michel Woldemar (1750 - 1815)	Clasicismo	Pura	<i>Grande Méthode</i> (1798)
Louis Spohr (1784 - 1859)	Clasicismo / Romanticismo	Temperamento Igual (al menos, a nivel pedagógico)	<i>Violinschule</i> (1832)
Pierre Baillot (1771 - 1842)	Clasicismo / Romanticismo	Indeterminada, si bien el Temperamento Igual ha de descartarse.	<i>L'Art du Violon</i> (1835)
François-Antoine Habeneck (1781 - 1849)	Clasicismo / Romanticismo	Indeterminada, si bien no ha de descartarse un uso del Temperamento Igual.	<i>Méthode Théorique et Pratique de Violin</i> (1842)

**Tabla 8.** Relación de violinistas junto con sus períodos históricos, tendencias de entonación y obras teóricas notables

Violinista	Período	Tendencia de entonación	Obra(s) teórica(s) notables
Hubert Léonard (1819 - 1890)	Romanticismo	Pitagórica integral	<i>La Gymnastique du Violoniste</i> (1863)
Joseph Joachim (1831 - 1907)	Romanticismo	Pura / pseudo-pitagórica para intervalos aumentados y disminuidos / Temperamento Igual con piano	<i>Violinschule</i> (1905)
Pablo de Sarasate (1844 - 1908)	Romanticismo	Pitagórica y/o expresiva	-

Fuente: Elaboración propia.

Así las cosas, parece lógico pensar que el siglo XX hereda de la centuria anterior una cierta diversidad en lo que respecta a la afinación en el ámbito del violín. En este sentido, es posible que las tres grandes corrientes violinísticas de entonación que se atisban en el XIX —entonación justa, entonación pseudo-pitagórica y/o expresiva, y Temperamento Igual— tendieran a perpetuarse, incluso a entremezclarse, en el nuevo siglo, probablemente como resultado casi inevitable de la transmisión de conocimientos entre maestro y alumno.

En alusión a dicha transferencia de conocimientos, cabría resaltar, nuevamente, el caso del anteriormente citado Joachim, exponente, podríamos decir, de una inclinación hacia la afinación pura o justa. Así pues, de entre los alumnos de Joachim, destaca uno de enorme proyección e influencia en el siglo XX: Leopold Auer (1845 - 1930), maestro a su vez de leyendas del siglo XX como Mischa Elman (1891 - 1967) o Jascha Heifetz (1901 - 1987), y autor de *Violin Playing as I Teach It (La ejecución del violín tal y como yo la enseño)*, una suerte de método publicado en 1921 y que recoge el enfoque de Auer como profesor de violín.<sup>255</sup>

<sup>255</sup> Leopold Auer, *Violin Playing As I Teach It* (Londres: Duckworth, 1921).

Con respecto al tema que nos ocupa, y contrario a todo lo que pudiera esperarse de un pupilo de Joachim, el método de Auer parece establecer un patrón ya señalado por el anteriormente citado profesor de violín Alexander Detisov; un patrón que se repite a lo largo de los siglos XX y XXI en buena parte de la literatura pedagógica para violín: la omisión total o parcial de toda referencia o alusión a sistemas o contextos de afinación concretos.<sup>256</sup> Dicho de otro modo, Auer usa el término “entonación” hasta en veinte ocasiones en su método, pero jamás coloca dicho término en el marco de un sistema de afinación/entonación determinado. Así pues, Auer habla sin tapujos de “entonación perfecta”, de “entonación dudosa”, de “entonación imperfecta” o de “mala entonación”, si bien nunca especifica el marco o sistema que toda entonación —ya sea ésta mala, imperfecta o dudosa— necesariamente precisa.<sup>257</sup>

Otra peculiaridad del método de Auer, igualmente frecuente en la literatura posterior, es la concepción del oído como guía y fiscalizador de la entonación.<sup>258</sup> A este respecto, Auer habla del “oído sensible”, del “oído musical” o del “buen oído natural”, sugiriendo a menudo que dicho órgano cumple y ha de cumplir la función de juez en todo aquello que concierne a la entonación.<sup>259</sup> Sin embargo, la antedicha omisión del contexto o sistema de afinación/entonación en base al cual el oído ha de emitir su veredicto plantea incógnitas en cuanto al sistema que el autor tenía en mente. En este sentido, es probable que Auer simplemente diera por sobreentendido el sistema de afinación/entonación, y la razón de ello bien podría ser que ya desde el año 1917 la transición hacia el Temperamento Igual era total.<sup>260</sup> Por otro lado, no deja de ser tentador pensar que uno de los alumnos más destacados de Joachim entonaba tal y como lo hacía su maestro, pero lo cierto es que el traspaso de conocimientos entre profesor y pupilo no tiene por qué ser lineal en su totalidad, y cada

---

<sup>256</sup> Ver Detisov, “El secreto”, 47-56.

<sup>257</sup> Auer, *Violin Playing*, 4, 18, 34, 47.

<sup>258</sup> El paralelismo con lo expuesto por la anteriormente citada Hoppenot acerca de los oídos exterior e interior es, quizás, inevitable en casos como el de Auer, si bien parece que las apreciaciones de este último se corresponden más con lo que Hoppenot llamaría “oído exterior”, es decir, aquél que verifica y, cuando procede, rectifica los resultados obtenidos. Ver Hoppenot, *El violín interior*, 107-108.

<sup>259</sup> *ibid.*, 52, 65, 75.

<sup>260</sup> A este respecto, cabe resaltar lo expresado por el anteriormente citado Owen Jorgensen: “A partir de 1917, la temperación se convirtió en una ciencia especializada basada en principios matemáticos aceptados universalmente, y hoy en día los afinadores de piano siguen temperando con resultados similares. Hay poca singularidad, y las secciones temperadas de pianos afinados por distintos afinadores coinciden nota a nota a la hora de compararlos. Antes de 1917, la temperación era un arte basado en un fino sentido y consciencia del color de cada uno de los acordes o intervalos del piano. Este sentido del color, desarrollado a través de un condicionamiento ambiental al escuchar distintas afinaciones y música para piano a lo largo del siglo XIX, se ha perdido. Ya no se toman decisiones estéticamente sabias y basadas en tradiciones clásicas. Sin lugar a dudas, tales juicios son contrarios a la filosofía atonal del siglo XX. Para más información, consultar Jorgensen, *Tuning*, 3.

alumno es hijo de su propio tiempo. A este último respecto, sólo cabe resaltar el caso del que fue quizás el más reconocido de los alumnos de Auer, el anteriormente citado Jascha Heifetz. En relación a la entonación, Sherry Kloss, alumna de Heifetz y asistente suya durante varios años dejó escrito: “La entonación no era tratada de forma directa; nuestro maestro [Heifetz] pensaba que ‘si no oyen por ellos mismos, no tiene mucho sentido que yo les diga nada’”.<sup>261</sup>

Como contrapunto a Auer y Heifetz, lo escrito por el anteriormente mencionado Ševčík difiere en cierto modo del aparente olvido en el que caen los sistemas de afinación/entonación a lo largo de los siglos XX y XXI en la literatura pedagógica para violín. Así pues, Ševčík habla abiertamente de “entonación pura” y de cómo ésta no puede ser adquirida a través de un mero proceso mecánico, sino a través del “intelecto y el oído.”<sup>262</sup> Es decir, a diferencia de Auer, Ševčík otorga al oído un marco en base al cual éste pueda realizar su labor de fiscalización de la afinación, y dicho marco no es otro que el que establece la aspiración a entonar de forma pura los distintos intervalos. Así pues, Ševčík, siguiendo la línea de Joachim, subraya la importancia de tener en cuenta la coma sintónica a la hora de afinar de forma pura. Aun así, Ševčík no hace alusión directa a dicha coma, sino que aborda la problemática que ésta supone a través de lo que él denomina “posición normal” y “posición temperada”.<sup>263</sup> A este respecto, es necesario decir que cuando Ševčík habla de “posición temperada” se refiere al modo de afinar de forma pura intervalos cuya nota de referencia es una cuerda superior. Por otra parte, cuando habla de “posición normal” no hace sino alusión a la afinación pura intervalos cuya nota de referencia es una cuerda inferior. Dicho de otro modo, Ševčík simplemente alude a la existencia de dos posiciones necesarias para afinar de forma pura en el violín, bautizándolas como “normal”, por una parte, y “temperada” por otra, tal y como puede observarse en la figura 31.



**Figura 31.** Las posiciones normal y temperada, respectivamente, tal y como aparecen en el *School of Intonation* de Ševčík. (Edición neoyorquina [1922], Vol. I, p. viii).

<sup>261</sup> Sherry Kloss, “7 tips from de class of Jascha Heifetz”, *The Strad*, 11 de julio, 2018, <https://www.thestrads.com/featured-stories/7-tips-from-the-class-of-jascha-heifetz/8000.article>

<sup>262</sup> Ševčík, *School of Intonation*, ix.

<sup>263</sup> *ibid.*, viii.



Finalmente, en lo que respecta al ámbito del semitono, y tal y como muestra la figura 32, Ševčík parece incluso desaconsejar, aunque sólo sea por implicación, el uso de la entonación pseudo-pitagórica o expresiva. Así pues, dicho autor habla de la conveniencia de no entonar los bemoles demasiado bajos, “tal y como es tendencia común cuando se tocan semitonos”.<sup>264</sup>

<p>However, in this low finger-position care must be taken not to place the first finger too low, as is the common tendency in playing semitones:</p>  <p>, but to adjust the first finger to the nearest open string above:</p>  <p>Otherwise, the following scales:</p>	<p><i>Aber auch bei dieser tiefen Fingerstellung, ist darauf zu achten, den ersten Finger nicht zu tief zu setzen, wie man es oft bei den Halbtönen zu tun pflegt, sondern den ersten Finger der oberen leeren Saite anzupassen:</i></p> <p><i>Anderenfalls würden die Tonleitern</i></p>	<p>il faut prendre garde de placer trop bas le premier doigt, comme on n'est que trop enclin à le faire en jouant ces demi-tons:</p> <p>Ce qu'il faut faire c'est ajuster l'index à la corde à vide supérieure:</p> <p>ces gammes:</p>
		
will sound flat.	zu tief klingen.	sonneront trop bas.

**Figura 32.** Recomendaciones en el *School of Intonation* de Ševčík con respecto a los bemoles. (Edición neoyorquina [1922], Vol. I, p. viii).

El caso de Carl Flesch (1873 - 1944), otro gran coloso del siglo XX y profesor a su vez de figuras tan recientes como Josef Gingold (1909 - 1995) o Ida Haendel (1928 - 2020), es similar al de Auer en tanto en cuanto su gran obra pedagógica, *Die Kunst des Violinspiels (El arte de tocar el violín)*,<sup>265</sup> parece dar por sobreentendido el marco o sistema de entonación en base al cual debe o puede tocar el violinista. Así pues, en su aún enormemente popular sistema de escalas —publicado como apéndice al primer volumen de la obra anteriormente citada— Flesch concede a la entonación un protagonismo singular, afirmando: “El sistema de escalas constituye, en sí mismo, un ejercicio tanto de entonación como de soltura. En el primer caso, para perfeccionar todos aquellos tonos que estén desafinados, se tocará de forma lenta; en el segundo, se tocará rápido”.<sup>266</sup>

No obstante lo anterior, las subsiguientes interpretaciones del sistema de escalas propuesto por Flesch parecen circunscribirse a los ámbitos puramente mecánicos del vibrato y de la producción de octavas. En relación a la primera cuestión, el editor Max Rostal afirma: “Practicar siempre sin vibrato, tal y como muchos profesores recomiendan en aras de la

<sup>264</sup> *ibid.*

<sup>265</sup> Carl Flesch, *Die Kunst des Violinspiels* (Berlín: Ries & Erler, 2020).

<sup>266</sup> Carl Flesch, *Scale System* (Nueva York: Carl Fischer, 1984), prefacio.

entonación, es en mi opinión un método anticuado. Al fin y al cabo, aun usando vibrato, la entonación ha de ser precisa”.<sup>267</sup>

Tal y como se observaba previamente en relación a Auer, Flesch constituye otro gran ejemplo de lo apuntado por Detisov respecto a la literatura pedagógica para violín de los siglos XX y XXI: la omisión del sistema o contexto de afinación/entonación en base al cual ha de operar el violinista.<sup>268</sup> En este sentido, el caso de Flesch resulta especialmente relevante dada la vigencia actual de su sistema de escalas.

Junto con Auer, Ševčík y Flesch, el siglo XX alumbró otro gran pedagogo del violín cuyo legado es aún visible en concertistas de la talla de Itzhak Perlman (1945 -) o Pinchas Zuckerman (1948 -). Hablamos, pues, de Ivan Galamian (1903 - 1981), autor a su vez del respetado manual sobre técnica y pedagogía del violín *Principles of Violin Playing and Teaching*.<sup>269</sup>

En el capítulo dedicado a la mano izquierda, Galamian dedica un epígrafe completo a la afinación, declarando:

La construcción de una buena afinación descansa principalmente sobre el sentido del tacto en conjunción con la orientación proporcionada por el oído. Los dedos son como ciegos que buscan su camino tocando los objetos que marcan la senda de un lugar a otro.<sup>270</sup>

De las palabras de Galamian se desprende una concepción eminentemente mecánica de la entonación, cuya exactitud dependerá de factores puramente técnicos como son la correcta colocación del “marco de la mano” —aquí Galamian, al igual que había hecho Flesch años atrás, se refiere a la importancia, en términos de digitación y destreza, de los intervalos de octava y cuarta— y el “principio de doble apoyo”, según el cual la mano ha de tener dos puntos de contacto para orientarse de forma efectiva.<sup>271</sup>

En lo que respecta al oído, la tesis de Galamian es similar a la de Auer: “Asegurada la posición de la mano, los dedos adquieren, mediante el tacto, la sensación de la correcta colocación y extensión. En esta tarea, se valen permanentemente de la ayuda, guía y control que proporciona el oído.”<sup>272</sup>

---

<sup>267</sup> *ibid.*

<sup>268</sup> Ver Detisov “El secreto”, 48.

<sup>269</sup> Ivan Galamian, *Principles of Violin Playing and Teaching* (Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1962).

<sup>270</sup> Galamian, *Principles*, 19.

<sup>271</sup> *ibid.*, 20-21.

<sup>272</sup> *ibid.*, 19.

No obstante lo anterior, Galamian sí que hace una somera referencia al “tipo de entonación que debe usarse”. A este respecto, se citan la entonación “temperada” y la entonación “natural”, afirmando acto seguido que “éste no es el lugar para extenderse en los detalles de uno y otro sistema” y que “ningún violinista puede tocar en base a una fórmula matemática, sino en función a lo que le dicta su propio oído”.<sup>273</sup> Así pues, Galamian concluye que ningún sistema de entonación bastará para cubrir las necesidades del intérprete, quien ha de tener la habilidad de realizar pequeños ajustes en la entonación a medida que va tocando: “Una afinación ajustable a las necesidades de cada momento es la única respuesta segura a la gran pregunta de tocar afinado.”<sup>274</sup>

La parquedad de Galamian respecto al “tipo de entonación que debe usarse” suscita varias preguntas: ¿es su entonación “natural” equivalente al sistema de afinación pura o justa?; ¿es su entonación “temperada” similar al Temperamento Igual? En este sentido, cabe recordar cómo el anteriormente citado Ševčík hablaba sorprendentemente de “posición temperada” en el marco del sistema de entonación pura.<sup>275</sup> En el caso de Galamian, no obstante, la ambigüedad terminológica relega cualquier lectura al terreno de la especulación. Aun así, la defensa que este autor hace de una entonación flexible apunta de forma implícita a los distintos sistemas de afinación posibles en el violín, cumpliéndose así lo apuntado por el anteriormente citado Detisov: aunque en el siglo XX apenas ningún libro didáctico para violín mencione las diferentes entonaciones, este silencio no puede cambiar la naturaleza del instrumento.<sup>276</sup>

### 2.2.2 Literatura académica contemporánea

Quizás no sería del todo exacto afirmar que, en el ámbito de la literatura académica contemporánea, la cuestión de la afinación/entonación ha sido un fenómeno poco estudiado o, incluso, poco comentado. No obstante, no es del todo inexacto decir que, en relación a la importancia capital que este fenómeno tiene especialmente en el ámbito de los instrumentos de cuerda frotada, el volumen de literatura es en cierto modo escaso. Según la anteriormente citada Ana Llorens,<sup>277</sup> esta relativa escasez de investigación analítica se debe en parte a complicaciones de carácter metodológico, ya que, al fin y al cabo, la extracción de datos de

---

<sup>273</sup> *ibid.*, 22.

<sup>274</sup> *ibid.*, 22.

<sup>275</sup> Ver figura 31.

<sup>276</sup> Detisov, “El secreto”, 48.

<sup>277</sup> Doctorada en 2018 por la Universidad de Cambridge, y profesora en la Universidad de Internacional de Valencia.

una grabación sonora sigue siendo un proceso eminentemente manual y costoso en términos de tiempo.<sup>278</sup> Aun así, y a pesar de la relativa exigüidad de trabajos que tratan el tema de la afinación/entonación en el ámbito de los instrumentos de cuerda frotada en general, y del violín en particular, dicha literatura es lo suficientemente variada como para clasificarla según sus distintos enfoques.

Así las cosas, y centrándonos en el ámbito del violín y/o de la cuerda frotada, encontramos trabajos en los que el fenómeno de la afinación/entonación se trata de manera secundaria y/o generalista, sin entrar en consideraciones sobre los distintos sistemas de afinación/entonación posibles en la praxis de dicho instrumento.<sup>279</sup>

Por otra parte, puede encontrarse literatura en la que la cuestión de la afinación/entonación es abordada desde la perspectiva del Temperamento Igual, circunscribiéndose ya sea forma implícita —uso de referencias o modelos de afinación igualmente temperados como, por ejemplo, el piano o el afinador electrónico estándar— o explícita —clara preferencia por el Temperamento Igual— a los parámetros y proporciones de dicho sistema.<sup>280</sup>

Asimismo, existen estudios que abordan la problemática de la afinación/entonación desde una perspectiva integradora, es decir, parten de la existencia de los distintos sistemas o realidades de afinación/entonación que, podría decirse, se entremezclan y conviven en la práctica del instrumento.<sup>281</sup>

---

<sup>278</sup> Llorens, “Understanding Expressive Intonation”, 165.

<sup>279</sup> Ver, por ejemplo, Michael T. Hopkins, “Teachers’ Practices and Beliefs Regarding Teaching Tuning in Elementary and Middle School Group String Classes”, *Journal of Research in Music Education* 61, n° 1 (abril 2013): 97–114, <http://www.jstor.org/stable/41999569>; Matthew D. Thibeault, “Learning With Sound Recordings: A History of Suzuki’s Mediated Pedagogy”, *Journal of Research in Music Education* 66, n° 1 (abril 2018): 6–30, <https://www.jstor.org/stable/48588733>; o Stephen S. Zdzinski, y Gail Van Aernum Barnes, “Development and Validation of a String Performance Rating Scale”, *Journal of Research in Music Education* 50, n° 3 (septiembre 2022): 245–255 <https://doi.org/10.2307/3345801>.

<sup>280</sup> Ver, por ejemplo, Teresa Pérez Suárez, “La afinación correcta de los sonidos en el violín”, *Revista Electrónica de LEEME* 5, (mayo 2000): 1-5, <https://doi.org/10.7203/LEEME.5.9709>; el anteriormente citado Gallardo, “La pirámide de afinación”, 265-266; John-Rine A. Zabanal, “Effects of Short-Term Practice with a Tonic Drone Accompaniment on Middle and High School Violin and Viola Intonation”, *String Research Journal* 9, n° 1 (2019): 51-61, <https://doi.org/10.1177/1948499219851407>; o Andrea Fernández-Barros, Laia Villadot Vallverdú, y David Durán Gisbert, “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, (octubre 2020): 1-16, <https://doi.org/10.7203/leeme.45.16062>. En una misma línea están Elizabeth A. H. Green, *Teaching Stringed Instruments in Classes* (Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1966), 57-58; y Cornelia Watkins, “Advanced intonation skills: Helping students understand what they hear”, *American String Teacher* 54, (febrero 2004): 86-90, <https://doi.org/10.1177%2F000313130405400110>.

<sup>281</sup> Ver al respecto Kanno, “Thoughts on how to play in tune”; Detisov, “El secreto”; John M. Geringer, Rebecca B. Macleod, y Julie Ellis, “A Descriptive Analysis of Performance Models’ Intonation in a Recorded Excerpt from Suzuki Violin School Volume I”, *String Research Journal* 4, (2013): 71-87, <https://doi.org/10.1177%2F194849921300400405>; Laurel S. Pardue, y Andrew McPherson, “Real-time aural

Igualmente interesantes son aquellos trabajos que tratan la afinación/entonación como un fenómeno psicoacústico cuya percepción varía según diversos factores como pueden ser el timbre, el vibrato o la velocidad.<sup>282</sup> Del mismo modo, el mero hábito de tocar un instrumento —la experiencia musical, en otras palabras— parece influir en la percepción de la afinación/entonación, existiendo evidencias de que el sistema pitagórico es el preferido por violinistas, y el sistema de Temperamento Igual el preferido por pianistas.<sup>283</sup>

En el campo de la interpretación, hay trabajos que sugieren, tal y como hacía el anteriormente citado Galamian,<sup>284</sup> que no hay instrumentistas cuya producción sonora se ajuste de forma íntegra a un sistema de afinación/entonación concreto, si bien pueden existir al respecto distintas tendencias que varían de un sujeto a otro.<sup>285</sup> Ya en 1936, un estudio llevado a cabo por el académico Paul C. Greene<sup>286</sup> se preguntaba si los instrumentistas de cuerda tocaban conforme a los parámetros de la escala natural (afinación/entonación pura) o de la temperada (Temperamento Igual).<sup>287</sup> Tras analizar las interpretaciones sin acompañamiento de 6 violinistas profesionales —entre ellos, miembros de la aún existente Orquesta Sinfónica de St. Louis (Missouri, EEUU)— que tocaron pasajes sacados del repertorio estándar del instrumento, Greene concluyó que las ejecuciones no se ajustaban a ninguno de los dos sistemas (puro o temperado), si bien la tendencia general situaba a las interpretaciones en un ámbito más cercano al sistema temperado. Además, a nivel interválico, se determinó que tanto las segundas como las terceras menores tendían a contraerse en relación a sus valores puros y temperados, mientras que las terceras mayores tendían a expandirse en relación a dichos valores. Las cuartas justas, en cambio, tendían a ajustarse a

---

and visual feedback for improving violin intonation”, *Frontiers in Psychology* 10, nº 627 (abril 2019): 1-19, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00627>; y Patrick Thomas Brady Caldera, y Héctor Archilla Segade, “¿Tiene sentido el afinador? Un estudio sobre el impacto del temperamento igual en estudiantes de violín de nivel medio y superior”, *Revista electrónica de LEEME* 49, (mayo 2022): 101-120, <https://doi.org/10.7203/LEEME.49.23992>.

<sup>282</sup> Ver, por ejemplo, Robert A. Duke, John M. Geringer, y Clifford K. Madsen, “Effect of tempo on pitch perception”, *Journal of Research in Music Education* 36, nº 2 (verano, 1988): 109-110, <https://doi.org/10.2307/3345244>; John M. Geringer, Rebecca B. Macleod, y Justine K. Sasanfar, “High School String Players’ Perception of Violin, Trumpet, and Voice Intonation”, *String Research Journal* 3, nº 1 (2012): 81-96, <https://doi.org/10.1177/194849921200300106>; y John M. Geringer, Rebecca B. Macleod, Clifford K. Madsen, y Jessica Napoles, “Perception of melodic intonation in performances with and without vibrato”, *Psychology of Music* 43, nº 5 (2014): 675-685, <https://doi.org/10.1177/0305735614534004>.

<sup>283</sup> Ver al respecto Franz Loosen, “The effect of musical experience on the conception of accurate tuning”, *Music Perception* 12, nº 3 (primavera 1995): 291-306, <https://doi.org/10.2307/40286185>.

<sup>284</sup> “No hay violinista que pueda tocar según una fórmula matemática...”. Ver Galamian, *Principles*, 22.

<sup>285</sup> Ver Brady y Archilla, “¿Tiene sentido el afinador?”, 102; y Llorens, “Understanding Expressive Intonation”, 161-162.

<sup>286</sup> Universidad Estatal de Iowa (EEUU).

<sup>287</sup> Paul C. Greene, “Intonation in Violin performance”, *Proceedings of the Iowa Academy of Science* 43, nº 1 (1936): 318-319, <https://scholarworks.uni.edu/pias/vol43/iss1/114>.

sus valores teóricos en ambos sistemas. Estos resultados llevaron a Greene a concluir que las interpretaciones estudiadas se aproximaban al ámbito de un tercer sistema que, en un primer momento, no había contemplado el estudio: el de la afinación/entonación pitagórica.

En 1949, los resultados de otro estudio confirmaron una tendencia a la entonación pitagórica no sólo en interpretaciones sin acompañamiento, sino también a la hora de tocar en ensemble, más concretamente, en el ámbito del cuarteto de cuerda.<sup>288</sup> Para llegar a dichos resultados, se grabaron las interpretaciones tanto individuales como grupales (en cuarteto) de 24 instrumentistas de cuerda “bien formados”,<sup>289</sup> obteniéndose muestras aleatorias estratificadas que posteriormente fueron analizadas en términos de frecuencias.

Casi medio siglo más tarde, en 1993, en el marco de un estudio llevado a cabo por Franz Loosen,<sup>290</sup> se pidió a 8 violinistas profesionales la ejecución lenta, sin vibrato y sin pausas de una escala diatónica de Do Mayor de tres octavas (de  $do_4$  a  $do_7$ ) en dirección ascendente y, acto seguido, descendente, todo ello con el objetivo de determinar el modelo (sistema de afinación/entonación) al que más se ajustaban las ejecuciones.<sup>291</sup> Los resultados muestran —en línea con los dos estudios anteriormente descritos— cómo las interpretaciones de las escalas, a nivel global, se ajustaron mejor a los sistemas temperado y pitagórico, y ostensiblemente peor al sistema puro. Asimismo, limitando el análisis al plano interválico, los resultados constataron la similitud entre las proporciones de los intervalos producidos y las proporciones aritméticas medias de los intervalos tanto temperados como pitagóricos. En lo que respecta a los intervalos de octava, éstos mostraron un ensanchamiento de 3.9 cents cuando se sumaban las proporciones de las sucesivas segundas mayores y menores existentes en cada octava. Aun así, la media aritmética de las proporciones de los distintos intervalos existentes entre  $do_4$  y  $do_7$  se desvió sólo 0.3 cents de los 1200 cents que, a nivel teórico, conforman el intervalo de octava.

La aparente tendencia de los violinistas a entonar conforme a los sistemas temperado y pitagórico es nuevamente observada en otro estudio donde un equipo liderado por el académico John Michael Geringer<sup>292</sup> —con reconocidos trabajos en el campo de la acústica—

---

<sup>288</sup> James F. Nickerson, “Intonation of solo and ensemble performances of the same melody,” *The Journal of the Acoustical Society of America* 21, n° 6 (junio 1949): 593-595, <https://doi.org/10.1121/1.1906555>.

<sup>289</sup> “well-trained”, citando textualmente a Nickerson.

<sup>290</sup> Universidad de Leuven (Bélgica).

<sup>291</sup> Franz Loosen, “Intonation of solo violin performance with reference to equally tempered, Pythagorean, and just intonations”, *The Journal of the Acoustical Society of America* 93, n° 1 (enero 1993): 525-539, <https://doi.org/10.1121/1.405632>.

<sup>292</sup> Universidad Estatal de Florida (EEUU).

analizó cuatro grabaciones incluidas en el primer volumen del método Suzuki para violín, observando que una de ellas se acercaba al Temperamento Igual, mientras que las restantes tendían a entonar de forma pitagórica.<sup>293</sup> Aun así, el análisis individual de los distintos intervalos producidos reveló que los intérpretes tendían a estar “altos”<sup>294</sup> en relación a ambos sistemas (temperado y pitagórico), especialmente en el caso de las segundas y terceras menores, y de las terceras mayores.<sup>295</sup> No obstante, y en línea con lo expresado anteriormente, ninguno de los intérpretes se ajustó de manera coherente a ningún sistema, temperado o pitagórico, a lo largo de la ejecución.

En línea con todo lo expuesto con anterioridad, cabría destacar, en último lugar, otro estudio llevado a cabo por Geringer en el que se analiza la entonación producida por 8 violinistas solistas de reconocido prestigio internacional.<sup>296</sup> Dicho estudio se enmarca en dos piezas para violín solo compuestas por J. S. Bach, más concretamente la Allemanda de la Partita nº 2 en Re menor, BWV 1004 (compases 1-5 de la repetición), y el Minuet I de la Partita nº 3 en Mi Mayor, BWV 1006 (compases 23-26, tanto en la primera vez como en la repetición).<sup>297</sup> Al investigar el potencial ajuste de las tendencias de entonación de cada solista a los sistemas puro, temperado y pitagórico, los resultados mostraron —nuevamente en línea con la literatura académica anterior— que ninguno de ellos se ajustaba de manera coherente a ninguno de dichos sistemas. Aun así, en intervalos aislados, se observaron tendencias que se aproximaban a uno u otro sistema, si bien se constató una amplia diversidad no sólo dentro de la ejecución de cada intérprete, sino también entre las ejecuciones de cada uno de ellos. Además, en lo que respecta a los intervalos de tercera mayor y tercera menor, se observó una cierta propensión hacia el sistema pitagórico.<sup>298</sup>

Finalmente, en el ámbito de la tecnología aplicada a la afinación/entonación, y casi como apéndice a lo expuesto hasta el momento, cabría destacar la existencia de literatura que trata sobre programas informáticos y aplicaciones cuyo propósito principal es el de aportar al usuario un *feedback* en tiempo real para el entrenamiento de la entonación. A este respecto,

---

<sup>293</sup> Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”.

<sup>294</sup> “sharp”.

<sup>295</sup> Nótese aquí la correspondencia con el anteriormente citado estudio de Greene.

<sup>296</sup> A saber: Jascha Heifetz (grabación de 1952), Arthur Grumiaux (grabación de 1961), Nathan Milstein (1975), Itzhak Perlman (1988), Hilary Hahn (1997), Midori Goto (2015), Gil Shaham (2015) y Rachel Barton Pine (2016).

<sup>297</sup> John M. Geringer, “Eight Artist-Level Violinists Performing Unaccompanied Bach: Are There Consistent Tuning Patterns?”, *String Research Journal* 8, nº 1 (julio 2018): 51-61, <https://doi.org/10.1177/1948499218769657>.

<sup>298</sup> Nótese, una vez más, la correspondencia con la literatura anterior.

destacan tres *software* que toman como referencia los intervalos derivados del Temperamento Igual: en primer lugar, *InTune*, diseñado para el estudio diario de instrumentistas;<sup>299</sup> en segundo lugar, *Cantus*, diseñado como herramienta de evaluación, diagnóstico y práctica de la entonación en las primeras etapas de la educación musical;<sup>300</sup> y en tercer lugar, cabría destacar *Intonia*, un programa informático también disponible en forma de aplicación para móviles, y específicamente diseñado para la visualización de la entonación producida por un instrumentista de cuerda frotada.<sup>301</sup> No obstante lo anterior, y a diferencia de los dos programas previamente descritos, *Intonia* permite cambiar el sistema de referencia para la afinación/entonación, pudiéndose usar del mismo modo tanto el sistema puro como el pitagórico. Incidentalmente, el anteriormente citado trabajo de Brady y Archilla usa *Intonia* como herramienta para medir la capacidad de entonación de estudiantes de violín.<sup>302</sup> Los resultados de este estudio, además, están en claro contraste con la literatura previa, ya que tras analizar las tendencias de entonación de 11 estudiantes de violín, se observó una inclinación hacia el sistema puro, en detrimento del temperado.

---

<sup>299</sup> Kiung Ae Lim, y Christopher Raphael, “InTune: A System to Support an Instrumentalist’s Visualization of Intonation”, *Computer Music Journal*, 34, nº 3 (otoño 2010): 45-55, [http://dx.doi.org/10.1162/COMJ\\_a\\_00005](http://dx.doi.org/10.1162/COMJ_a_00005).

<sup>300</sup> Manuel Pérez-Gil, Jesús Tejada, Remigi Morant, y A. Pérez-González, “Cantus: Construction and evaluation of a software solution for real-time vocal music training and musical intonation assessment”, *Journal of Music, Technology & Education* 9, nº 2 (2016): 125-144, [http://dx.doi.org/10.1386/jmte.9.2.125\\_1](http://dx.doi.org/10.1386/jmte.9.2.125_1).

<sup>301</sup> “Intonation tool and pitch recorder”, *Intonia*, consultado 4 de junio de 2022, <http://intonia.com/index.shtml>.

<sup>302</sup> Brady, y Archilla, “¿Tiene sentido el afinador?”, 101-120.



# **CAPÍTULO TERCERO: RESULTADOS**



### 3.1 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS

En el epígrafe 1.3 del presente documento, referido a las preguntas y objetivos de investigación, se recogen una serie de preguntas que, además de resumir el proceso de investigación y delimitar la problemática a analizar, implican o bien la descripción de una o más variables, o bien la exploración del grado de asociación entre dos o más variables, o bien la exploración de diferencias entre individuos o grupos.<sup>303</sup> En este sentido, se ha considerado oportuno presentar los resultados de esta investigación en relación a las preguntas que la han delimitado, reservando el contraste de las distintas hipótesis para el subepígrafe 4.1, referido a la discusión de dichos resultados. Así pues, a continuación se exponen los resultados obtenidos, en función de las preguntas de investigación planteadas.

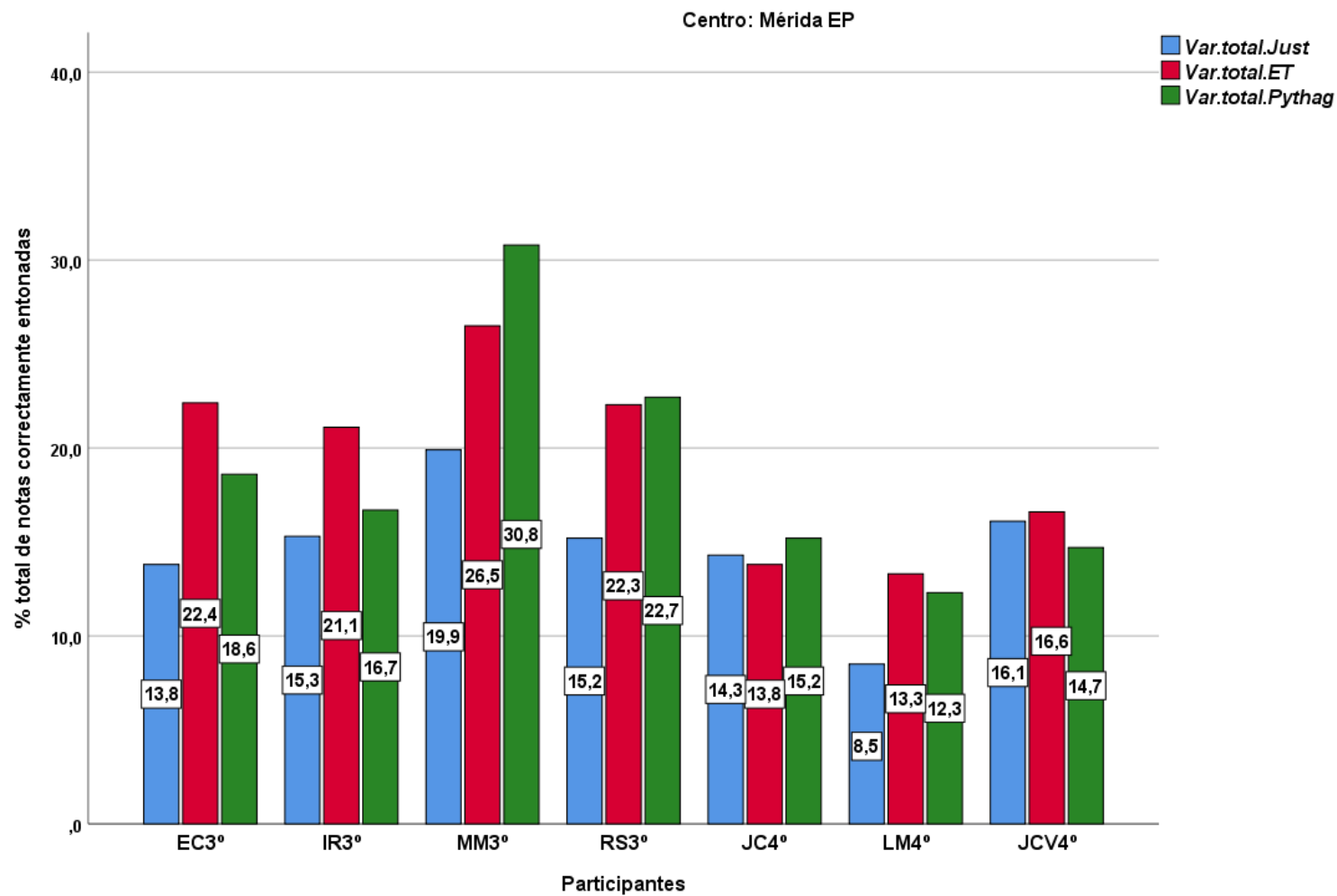
#### 3.1.1 Pregunta de investigación nº 1: ¿Presentan los individuos de la muestra tendencias de entonación que se ajusten a modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?

En relación a esta pregunta de investigación, se ofrece, en primer lugar, una serie de figuras (figura 33, figura 34, figura 35, figura 36, figura 37, figura 38 y figura 39) las cuales muestran los valores obtenidos por cada participante —agrupado éste según su centros de estudios, e identificado según sus iniciales y curso— en las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

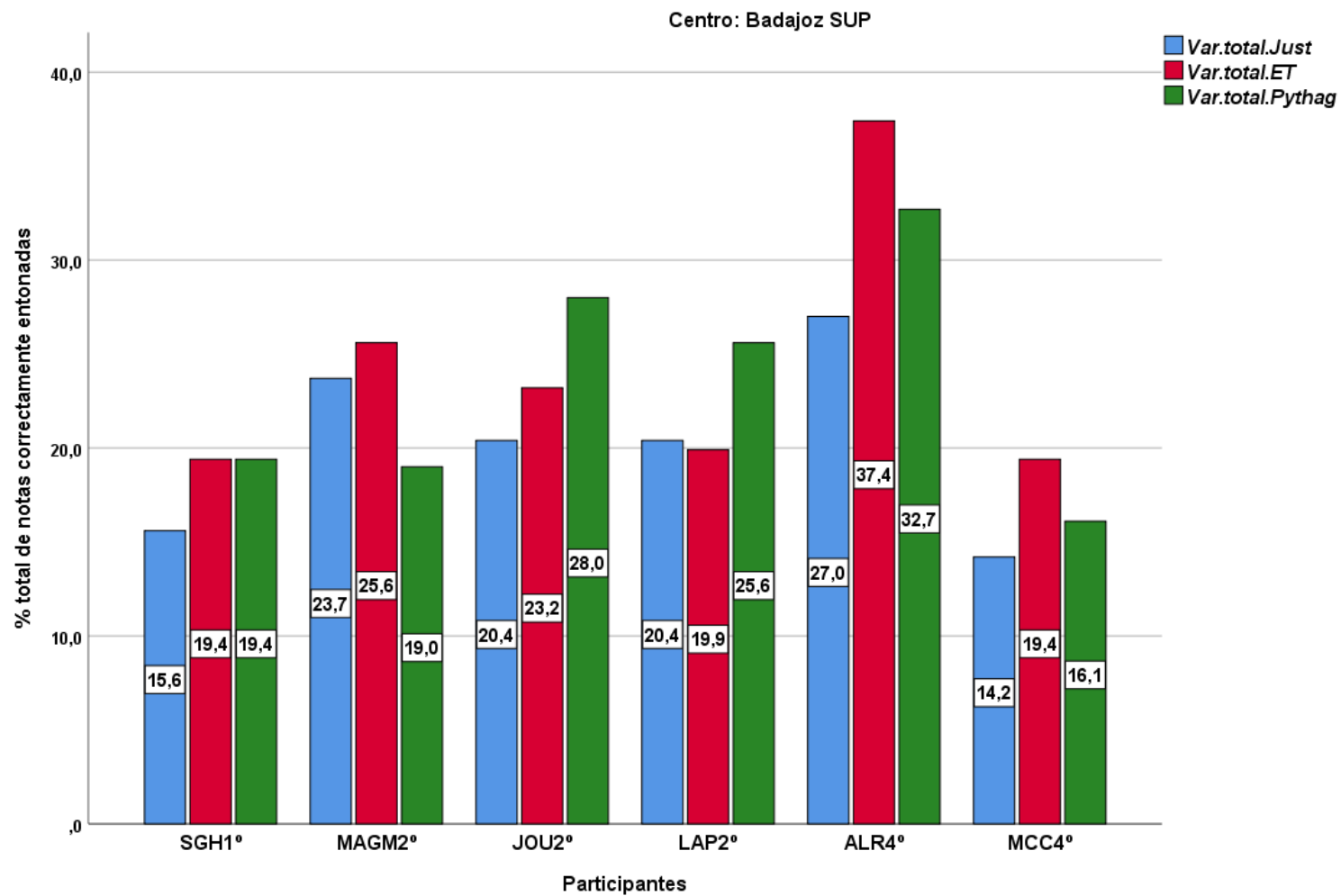
En aras de la claridad de los gráficos, los participantes matriculados en el Conservatorio Oficial de Música “Hermanos Berzosa”, de Cáceres (*Cáceres EP*), han sido divididos en dos subgrupos: *Cáceres EP-A* y *Cáceres EP-B*.

---

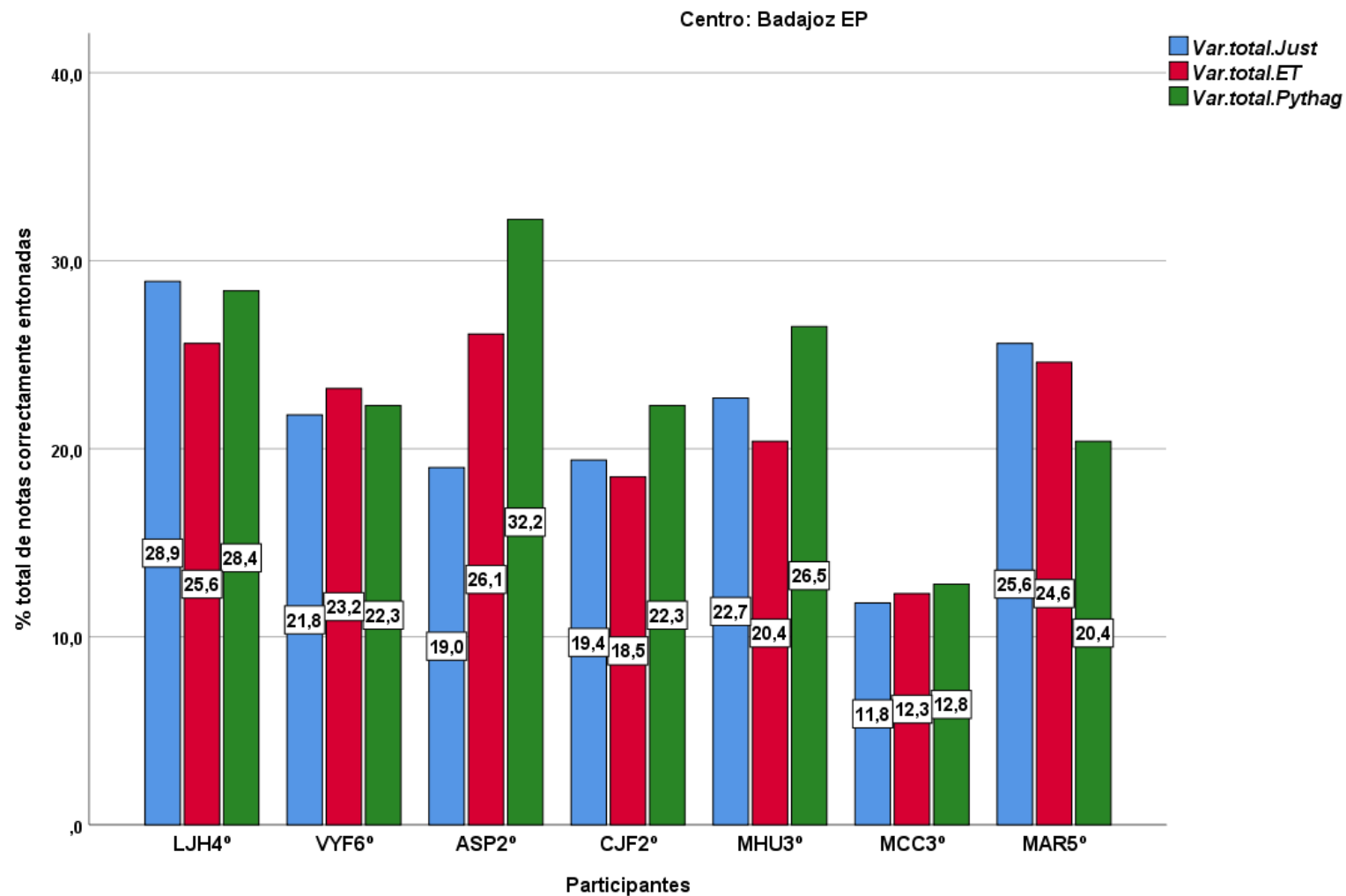
<sup>303</sup> En su manual sobre estadística aplicada al programa SPSS, Nancy L. Leech, Karen C. Barrett, y George A. Morgan sugieren estas tres categorías de preguntas de investigación, a saber: preguntas de investigación de diferencia, preguntas de investigación de asociación, y preguntas de investigación de descripción. Consultar Nancy L. Leech, Karen C. Barrett, y George A. Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation* (Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2005), 3-5.



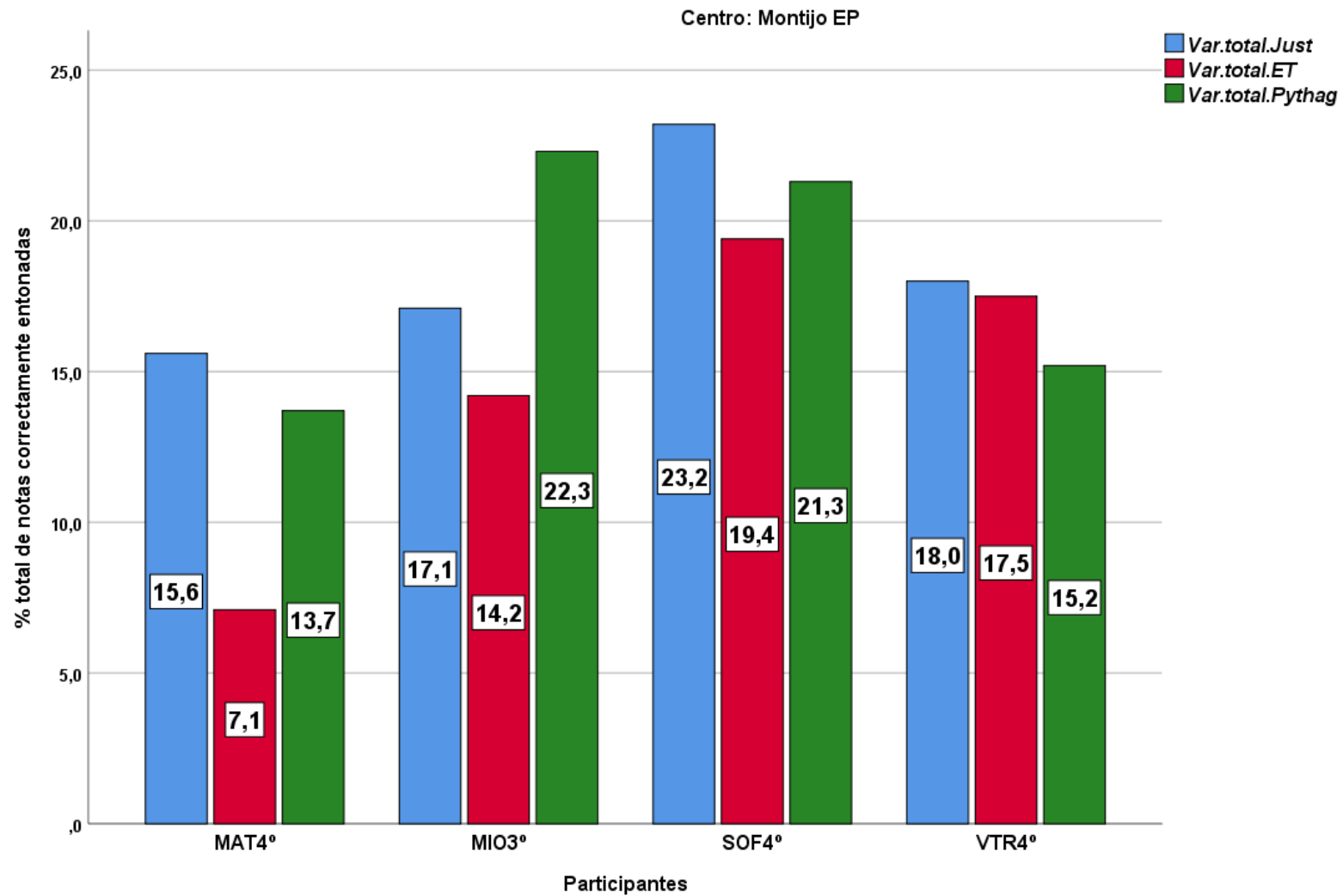
**Figura 33.** Gráfico con los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* en el Conservatorio Oficial de Música “Esteban Sánchez”, en Mérida. (Elaboración propia).



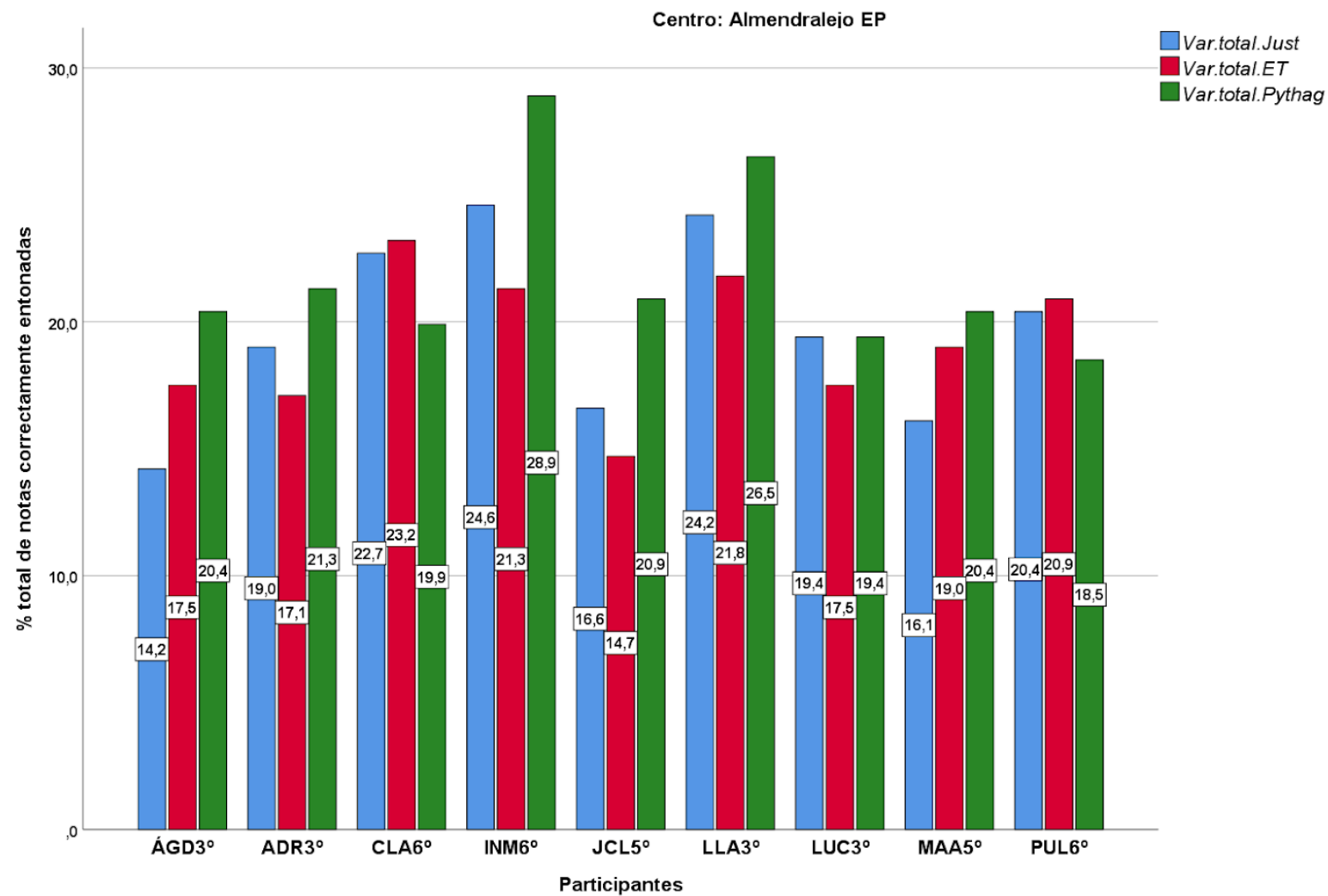
**Figura 34.** Gráfico con los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* en el Conservatorio Superior de Música “Bonifacio Gil”, en Badajoz. (Elaboración propia).



**Figura 35.** Gráfico con los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* en el Conservatorio Profesional de Música “Juan Vázquez”, en Badajoz. (Elaboración propia).

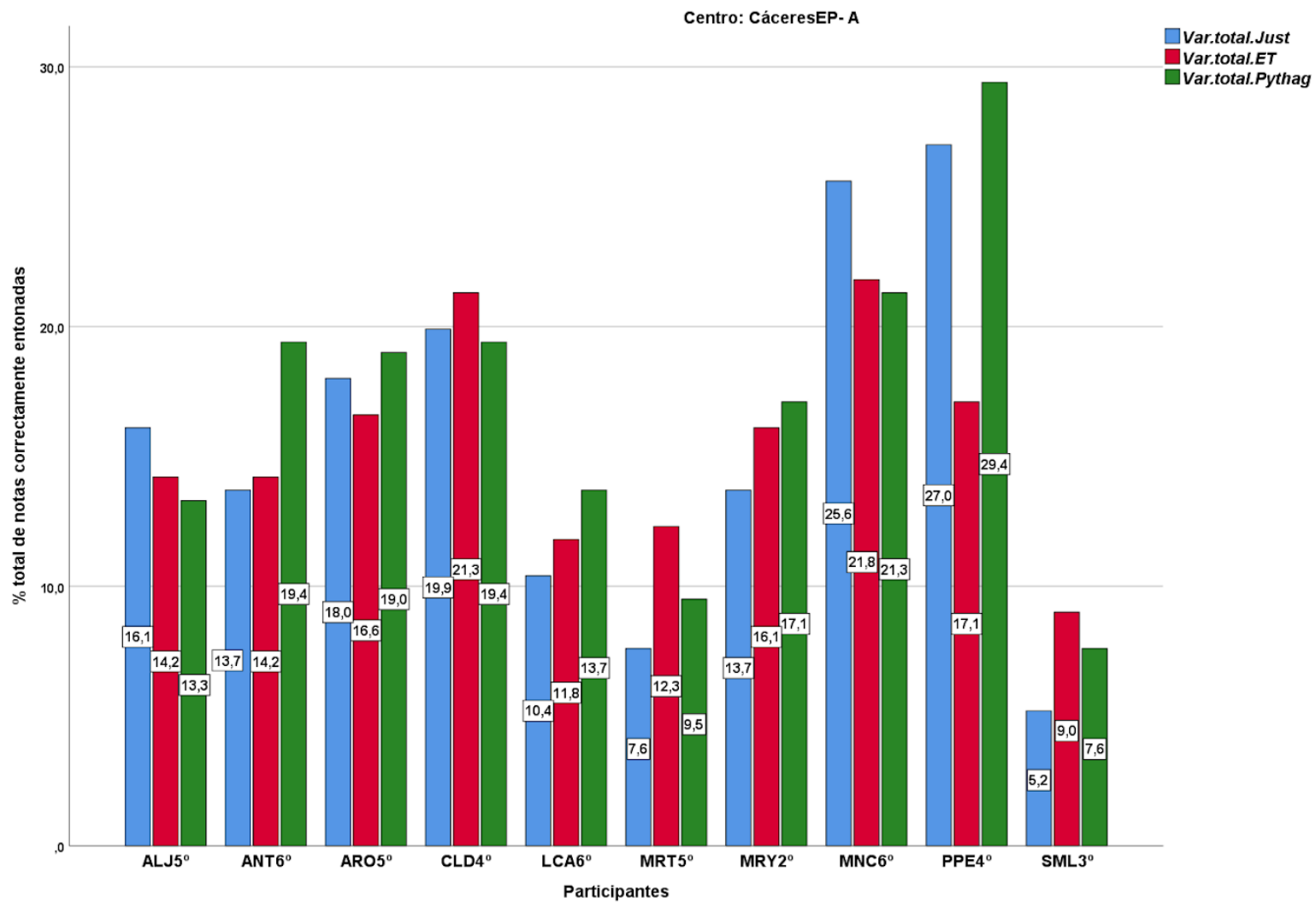


**Figura 36.** Gráfico con los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* en el Conservatorio Profesional de Música “Luis Gordillo”, en Montijo. (Elaboración propia).

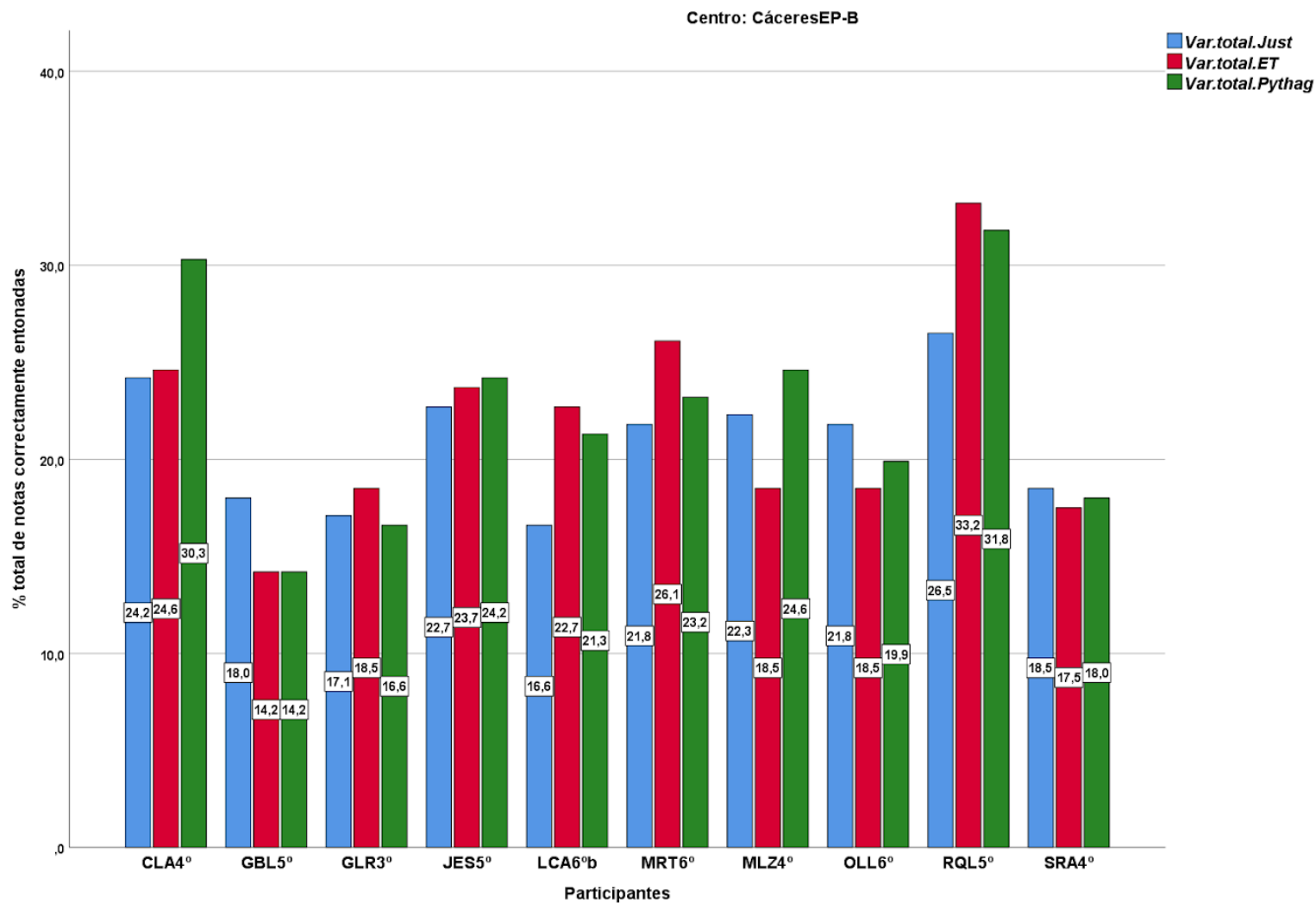


**Figura 37.** Gráfico con los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* en el Conservatorio Oficial de Música “Tomás Bote Lavado”, en Almendralejo. (Elaboración propia).



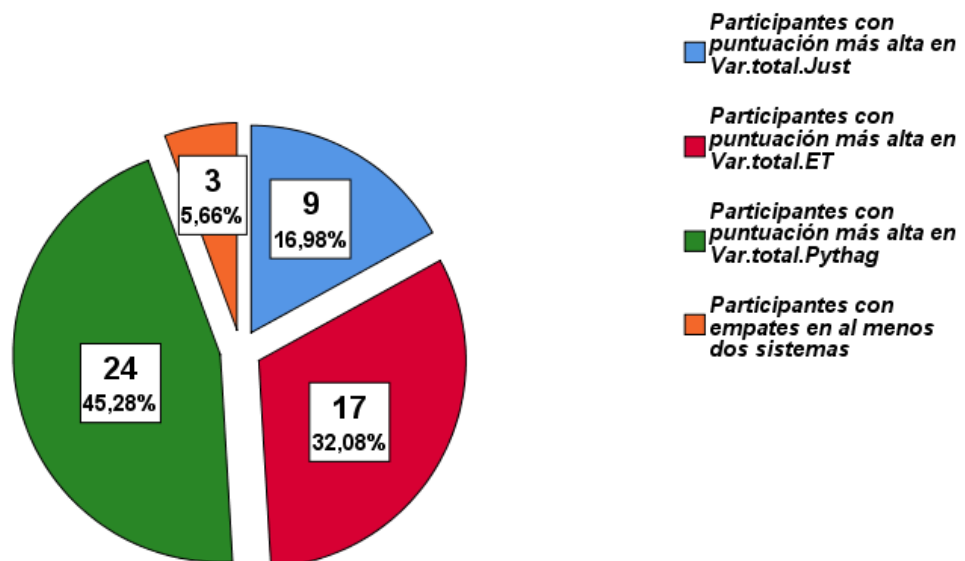


**Figura 38.** Gráfico con los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* en el Conservatorio Oficial de Música “Hermanos Berzosa”, en Cáceres. Grupo *Cáceres EP-A*. (Elaboración propia).



**Figura 39.** Gráfico con los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* en el Conservatorio Oficial de Música “Hermanos Berzosa”, en Cáceres. Grupo *Cáceres EP-B*. (Elaboración propia).

Tal y como puede observarse en las figuras 33, 34, 35, 36, 37, 38 y 39, existe una gran diversidad de valores con respecto al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en los tres sistemas, habiendo 9 participantes que obtienen la puntuación más alta en el sistema puro (*Var.total.Just*), 17 en el sistema de Temperamento Igual (*Var.total.ET*), 24 en el sistema pitagórico (*Var.total.Pythag*) y 3 participantes que empatan en dos sistemas (Temperamento Igual con pitagórico en dos casos, y puro con pitagórico en uno). La figura 40 recoge, a modo de resumen, lo expuesto anteriormente.



**Figura 40.** Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra según hayan obtenido una puntuación más alta, o hayan obtenido empates, en *Var.total.Just*, *Var.total.ET* o *Var.total.Pythag*. (Elaboración propia).

La comparación, por medio de la prueba de *McNemar*, de los grupos que se recogen en la figura 40 revela la existencia de diferencias estadísticamente significativas respecto a la distribución de participantes en algunos de dichos grupos, tal y como muestra la tabla 9.

**Tabla 9.** Estadísticos de la prueba de *McNemar* para los grupos que se recogen en la figura 40

	Grupo 1 <sup>a</sup> & Grupo 2 <sup>b</sup>	Grupo 1 & Grupo 3 <sup>c</sup>	Grupo 1 & Grupo 4 <sup>d</sup>	Grupo 2 & Grupo 3	Grupo 2 & Grupo 4	Grupo 3 & Grupo 4
N	53	53	53	53	53	53
Chi-cuadrado <sup>e</sup>	1,885	5,939	-	0,878	-	14,815
Significación asintótica	0,170	0,015	-	0,349	-	0,000
Significación exacta (bilateral)	-	-	0,146 <sup>f</sup>	-	0,003 <sup>f</sup>	-
Existen diferencias significativas	No	Sí	No	No	Sí	Sí

*Nota 1:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Nota 2:* Nivel de significación = 0,05

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Participantes con puntuación más alta en *Var.total.Just*.

<sup>b</sup> Participantes con puntuación más alta en *Var.total.ET*.

<sup>c</sup> Participantes con puntuación más alta en *Var.total.Pythag*.

<sup>d</sup> Participantes con empates en al menos dos sistemas.

<sup>e</sup> Continuidad corregida.

<sup>f</sup> Distribución binomial utilizada.

Tal y como se observa en la tabla 9, existen diferencias estadísticamente significativas (respecto a la distribución de participantes) entre tres parejas de grupos: el grupo con puntuación más alta en *Var.total.Just* y el grupo con puntuación más alta en *Var.total.Pythag*, el grupo con puntuación más alta en *Var.total.ET* y el grupo con empates en al menos dos sistemas, y entre el grupo con puntuación más alta en *Var.total.Pythag* y el grupo con empates en al menos dos sistemas. Por el contrario, no existen diferencias significativas entre otras tres parejas de grupos: el grupo con puntuación más alta en *Var.total.Just* y el grupo con puntuación más alta en *Var.total.ET*, el grupo con puntuación más alta en *Var.total.Just* y el grupo con empates en al menos dos sistemas, y el grupo con puntuación más alta en *Var.total.ET* y el grupo con puntuación más alta en *Var.total.Pythag*.

No obstante lo anterior, cabría preguntarse si hay participantes que presenten diferencias estadísticamente significativas entre los valores individuales obtenidos en cada uno de los tres sistemas, a saber: el puro (*Var.total.Just*), el temperado (*Var.total.ET*) y el pitagórico (*Var.total.Pythag*). En este sentido, cabe recordar que los valores individuales de estas variables se derivan, a su vez, de los valores individuales de tres variables nominales dicotómicas (*Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*),<sup>304</sup> las cuales pueden compararse a través de pruebas estadísticas no paramétricas como la anteriormente empleada prueba de *McNemar*. La tabla 10 muestra los valores de significación (p-valor) obtenidos tras comparar, a través de dicha prueba, las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag* de cada uno de los participantes.

---

<sup>304</sup> Ver epígrafe 1.8.

**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
EC	3°	Mérida EP	0,004	0,041 <sup>a</sup>	0,256	Sí	<i>Var.total.ET</i>	ET <sup>b</sup> - Pitagórico
IR	3°	Mérida EP	0,074	0,678 <sup>a</sup>	0,151	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
MM	3°	Mérida EP	0,066	0,001	0,263	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - ET <sup>b</sup> - puro
RS	3°	Mérida EP	0,021	0,003	1	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - ET <sup>b</sup>
JC	4°	Mérida EP	1	0,824 <sup>a</sup>	0,690 <sup>a</sup>	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
LM	4°	Mérida EP	0,078	0,077 <sup>a</sup>	0,855	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
JCV	4°	Mérida EP	1	0,700	0,584	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida

**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
SGH	1º	Badajoz SUP	0,256	0,115 <sup>a</sup>	1	No	Empate <i>Var.total.ET</i> = <i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
MAGM	2º	Badajoz SUP	0,716	0,123	0,061	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
JOU	2º	Badajoz SUP	0,451	0,008	0,194	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - ET <sup>b</sup> - puro
LAP	2º	Badajoz SUP	1	0,091	0,149	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
ALR	4º	Badajoz SUP	0,006	0,074	0,245	Sí	<i>Var.total.ET</i>	ET <sup>b</sup> - Pitagórico - puro
MCC	4º	Badajoz SUP	0,153	0,584	0,381	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida

**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
LJH	4°	Badajoz EP	0,418	1	0,470	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida
VYF	6°	Badajoz EP	0,775	1	0,883	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
ASP	2°	Badajoz EP	0,064	0,000	0,137	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - ET <sup>b</sup> - puro
CJF	2°	Badajoz EP	0,868	0,307 <sup>a</sup>	0,256	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
MHU	3°	Badajoz EP	0,458	0,134 <sup>a</sup>	0,031	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - puro - ET <sup>b</sup>
MCC	3°	Badajoz EP	1	0,815 <sup>a</sup>	1	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
MAR	5°	Badajoz EP	0,877	0,035 <sup>a</sup>	0,137	Sí	<i>Var.total.Just</i>	Puro - ET <sup>b</sup> - Pitagórico
MAT	4°	Montijo EP	0,002	0,344 <sup>a</sup>	0,007 <sup>a</sup>	Sí	<i>Var.total.Just</i>	Puro - pitagórico



**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
MIO	3°	Montijo EP	0,180 <sup>a</sup>	0,019 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico
SOF	4°	Montijo EP	0,216	0,541 <sup>a</sup>	0,556	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida
VTR	4°	Montijo EP	1	0,180 <sup>a</sup>	0,383 <sup>a</sup>	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida
ÁGD	3°	Almendralejo EP	0,265	0,015 <sup>a</sup>	0,377	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - ET <sup>b</sup> - puro
ADR	3°	Almendralejo EP	0,617	0,405 <sup>a</sup>	0,188	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
CLA	6°	Almendralejo EP	1	0,391	0,310	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
INM	6°	Almendralejo EP	0,381	0,108 <sup>a</sup>	0,034	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - puro - ET <sup>b</sup>

**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
JCL	5°	Almendralejo EP	0,607	0,093 <sup>a</sup>	0,055	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
LLA	3°	Almendralejo EP	0,560	0,405 <sup>a</sup>	0,185	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
LUC	3°	Almendralejo EP	0,556	1 <sup>a</sup>	0,556	No	Empate <i>Var.total.Just = Var.total.Pythag</i>	Indefinida
MAA	5°	Almendralejo EP	0,470	0,108 <sup>a</sup>	0,766	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
PUL	6°	Almendralejo EP	1	0,556	0,522	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
ALJ	5°	Cáceres EP-A	0,671	0,405	0,868	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida
ANT	6°	Cáceres EP-A	1	0,031	0,127	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - ET <sup>b</sup> - puro

**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
ARO	5°	Cáceres EP-A	0,742	0,815 <sup>a</sup>	0,486	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
CLD	4°	Cáceres EP-A	0,791	1 <sup>a</sup>	0,651	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
LCA	6°	Cáceres EP-A	0,719	0,118 <sup>a</sup>	0,596	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
MRT	5°	Cáceres EP-A	0,064 <sup>a</sup>	0,388 <sup>a</sup>	0,327	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
MRY	2°	Cáceres EP-A	0,486	0,189 <sup>a</sup>	0,868	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
MNC	6°	Cáceres EP-A	0,302	0,137	1	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida
PPE	4°	Cáceres EP-A	0,002	0,511	0,000	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - puro
SML	3°	Cáceres EP-A	0,096 <sup>a</sup>	0,227 <sup>a</sup>	0,629 <sup>a</sup>	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida

**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
CLA	4°	Cáceres EP-B	1	0,031	0,120	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - ET <sup>b</sup> - puro
GBL	5°	Cáceres EP-B	0,312	0,201	1	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida
GLR	3°	Cáceres EP-B	0,728	1 <sup>a</sup>	0,584	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
JES	5°	Cáceres EP-B	0,885	0,719	1	No	<i>Var.total.Pythag</i>	Indefinida
LCAb	6°	Cáceres EP-B	0,099	0,041 <sup>a</sup>	0,798	Sí	<i>Var.total.ET</i>	ET <sup>b</sup> - pitagórico - puro
MRT	6°	Cáceres EP-B	0,289	0,700	0,504	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
MLZ	4°	Cáceres EP-B	0,256	0,472	0,049	Sí	<i>Var.total.Pythag</i>	Pitagórico - puro - ET <sup>b</sup>

**Tabla 10.** Comparación, a través de la prueba de McNemar, de los valores individuales de las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*

Participante	Curso	Centro	P-valor de las variables a comparar			Existen diferencias significativas	Sistema con puntuación más alta	Tendencia de entonación
			<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.Just</i>	<i>Var.aciert.ET</i>			
			& <i>Var.aciert.ET</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>	& <i>Var.aciert.Pythag</i>			
OLL	6°	Cáceres EP-B	0,360	0,556	0,742	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida
RQL	5°	Cáceres EP-B	0,088	0,127	0,787	No	<i>Var.total.ET</i>	Indefinida
SRA	4°	Cáceres EP-B	0,885	1	1	No	<i>Var.total.Just</i>	Indefinida

Nota <sup>1</sup>: Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

Nota <sup>2</sup>: Nivel de significación = 0,05

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Distribución binomial utilizada.

<sup>b</sup> Temperamento Igual.

Tal y como se observa en la tabla 10, de un total de 53 participantes, son 17 los que presentan diferencias estadísticamente significativas entre los valores individuales obtenidos en las variables *Var.aciert.Just*, *Var.aciert.ET* y *Var.aciert.Pythag*, que son, cabe nuevamente resaltar, las que determinan, respectivamente, los valores de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*. Tales diferencias, significativas a nivel estadístico dado su  $p$ -valor  $< 0.05$ , sugieren que los distintos grados de ajuste que experimenta la entonación de algunos individuos en relación a los tres modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación propuestos no es producto del azar, sino que, por el contrario, es indicativo de la existencia de una tendencia de entonación. Dicho de otra forma, en la muestra estudiada, hay 17 individuos con una propensión a entonar de un modo particular, ajustándose o bien a un modelo o sistema teórico de afinación/entonación, o bien a una mezcla heterogénea y asimétrica de sistemas.

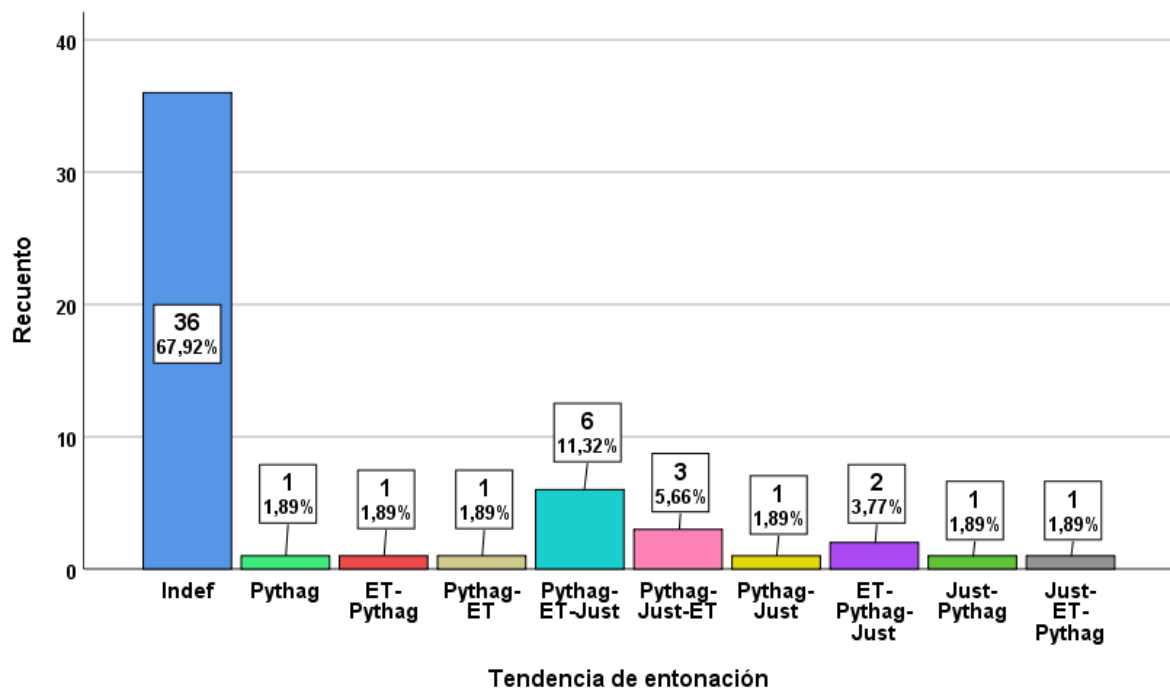
En relación a lo anterior, la tabla 10 muestra a 1 individuo cuya entonación se ajusta netamente a un único modelo teórico, el pitagórico. Esto se debe a que dicho individuo no sólo obtuvo una puntuación más alta conforme a dicho sistema (*Var.total.Pythag*), sino que además la variable *Var.aciert.Pythag* estaba presente en las dos parejas de variables en las que éste presentó diferencias estadísticamente muy significativas. Asimismo, en la tabla 10 encontramos a 4 individuos cuya entonación tiende a una mezcla asimétrica de dos modelos: o bien ET-pitagórico, o bien pitagórico-ET, o bien pitagórico-puro, o bien puro-pitagórico.<sup>305</sup> Esto se debe a que, si bien estos participantes presentan diferencias estadísticamente significativas en dos de las tres las parejas de variables que se observan en la tabla, el sistema conforme al cual obtuvieron la puntuación más alta sólo aparece reflejado en una de las antedichas parejas, siendo así imposible descartar la presencia, siempre menor, de un segundo sistema. Por otra parte, la misma tabla muestra cómo 12 participantes tienden a una mezcla asimétrica de tres modelos teóricos de entonación: o bien pitagórico-ET-puro, o bien pitagórico-puro-ET, o bien ET-pitagórico-puro, o bien puro-ET-pitagórico.<sup>306</sup> La razón, en este caso, es que los participantes presentan diferencias estadísticamente significativas en sólo una de las tres las parejas de variables que se observan en la tabla 10, de forma que no se puede descartar la presencia, siempre menor, de un segundo y de un tercer sistema.

---

<sup>305</sup> Esta suerte de tándems asimétricos de modelos teóricos se presentan de tal forma que el sistema “dominante” siempre aparece a la izquierda.

<sup>306</sup> Al igual que ocurre con los tándems, estas mezclas tripartitas de modelos teóricos se presentan de tal modo que los sistemas que aparecen a la izquierda son siempre más “dominantes” que los que aparecen a la derecha.

Finalmente, en lo que respecta a los 36 participantes que no presentan diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las tres las parejas de variables que se observan en la tabla 10, cabe destacar que, dado que no podemos determinar si obtuvieron puntuaciones más altas en un determinado modelo por causas distintas azar, no puede decirse que tengan una tendencia de entonación definida. A este respecto, la figura 41 muestra un gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra según las tendencias de entonación recogidas en la tabla 10.

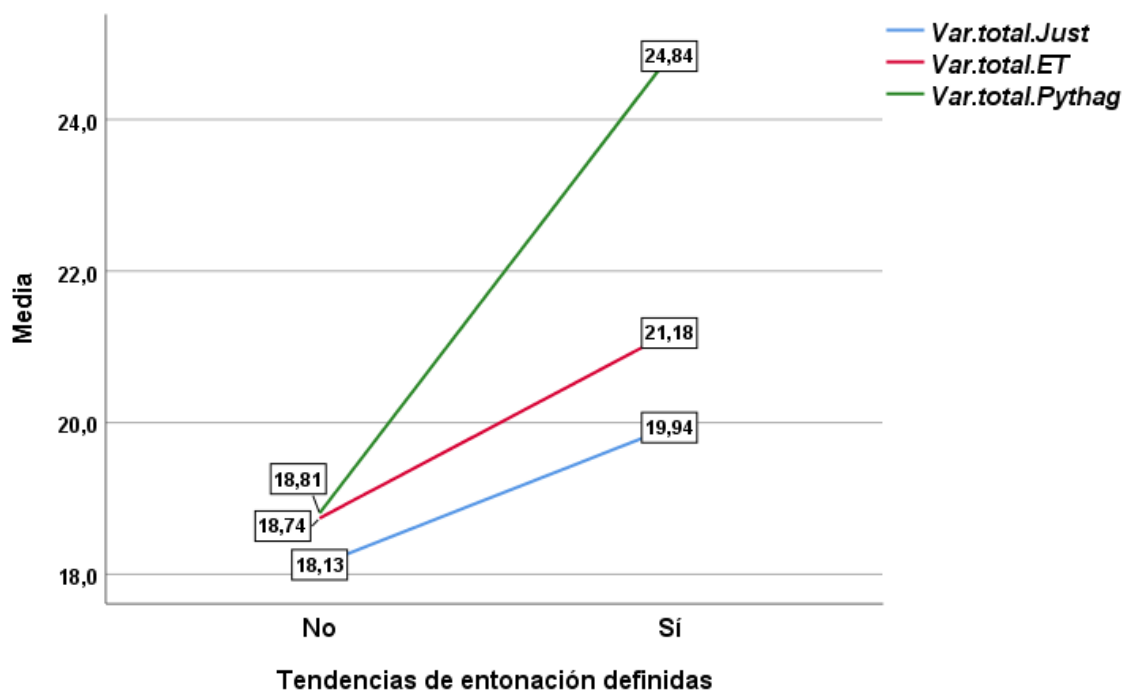


**Figura 41.** Gráfico con la distribución numérica y porcentual de los integrantes de la muestra según las tendencias de entonación recogidas en la tabla 10. (Elaboración propia).

Así las cosas, y tal y como se desprende de la figura 41, parece seguro afirmar que un 32.08% de integrantes de la muestra presenta tendencias de entonación más o menos definidas, mientras que el 67,92% restante no presenta tendencias de entonación que puedan delimitarse en base a los tres modelos teóricos de entonación propuestos.

### 3.1.2 Pregunta de investigación nº 2: ¿Entonan mejor, a nivel promedial, los individuos de la muestra que presentan tendencias de entonación definidas que aquellos individuos en los que no se atisban tendencias de entonación definidas?

En lo que respecta a esta pregunta de investigación, la figura 42 muestra cómo los valores medios de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag* son más altos en el grupo de 17 individuos que presentan tendencias de entonación definidas que en el grupo de 36 individuos en los que no se atisban dichas tendencias.



**Figura 42.** Valores medios de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag* en función de la agrupación de los individuos según presenten, o no, tendencias de entonación definidas. (Elaboración propia).

No obstante lo anterior, cabría preguntarse si los valores medios expuestos en la figura 42 difieren significativamente entre sí. A tal efecto, se ha empleado la prueba estadística paramétrica *t de Student*, la cual, cumpliéndose los supuestos de normalidad y homocedasticidad o igualdad de varianzas, compara las medias de dos grupos independientes.<sup>307</sup> En el caso que nos ocupa, dicha prueba se ha llevado a cabo tres veces, una para cada una de las tres variables a estudiar: *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag*.

<sup>307</sup> Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 11, 36, 50.



En relación a lo anterior, la tabla 11 muestra los resultados de las pruebas de normalidad llevadas a cabo, a saber: *Kolmogorov-Smirnov* y *Shapiro-Wilk*. Dichos resultados sugieren que, en el contexto de cada una de las tres variables citadas en el párrafo anterior, los datos de ambos grupos (individuos con una tendencia de entonación definida; individuos sin una tendencia de entonación definida) siguen una distribución aproximadamente normal. En este sentido, se ha prestado especial atención a la prueba de *Shapiro-Wilk* dada su mayor sensibilidad en muestras inferiores a 50 individuos. Asimismo, también se ha tenido en cuenta que el valor asociado a la asimetría ha sido en todos los casos inferior a  $\pm 1$ , lo cual es indicativo de una distribución aproximadamente normal.<sup>308</sup>

**Tabla 11.** Pruebas de normalidad para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag*, según dos grupos: individuos con una tendencia de entonación definida, e individuos sin una tendencia de entonación definida

	Tendencias de entonación definidas	<i>Kolmogorov - Smirnov</i> <sup>a</sup>			<i>Shapiro-Wilk</i>			Asimetría
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig. <sup>b</sup>	
<i>Var.total.Just</i>	No	0,075	36	0,200	0,983	36	0,829	-0,414
	Sí	0,138	17	0,200	0,921	17	0,153	0,128
<i>Var.total.ET</i>	No	0,085	36	0,200	0,975	36	0,562	0,558
	Sí	0,149	17	0,200	0,946	17	0,399	0,259
<i>Var.total.Pythag</i>	No	0,089	36	0,200	0,989	36	0,968	0,215
	Sí	0,129	17	0,200	0,951	17	0,470	-0,240

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Corrección de significación de Lilliefors.

<sup>b</sup> Significación.

Comprobado el supuesto de normalidad, se ha procedido a comprobar el de homocedasticidad o igualdad de varianzas. Para ello, se ha empleado la prueba de igualdad de varianzas de *Levene*. La tabla 12 muestra los resultados de dicha prueba, los cuales sugieren el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad.

<sup>308</sup> Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 28.

**Tabla 12.** Pruebas de igualdad de varianzas de *Levene* para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag*, según dos grupos: individuos con una tendencia de entonación definida, e individuos sin una tendencia de entonación definida

		F	Sig. <sup>a</sup>
<i>Var.total.Just</i>	Se asumen varianzas iguales	0,004	0,951
<i>Var.total.ET</i>	Se asumen varianzas iguales	0,814	0,371
<i>Var.total.Pythag</i>	Se asumen varianzas iguales	0,931	0,339

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup>Significación

Constatadas tanto la normalidad como la homocedasticidad de los datos, la tabla 13 ofrece los resultados de la prueba *t de Student*.

**Tabla 13.** Prueba *t de Student* para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag*, según dos grupos: individuos con una tendencia de entonación definida, e individuos sin una tendencia de entonación definida

	t	gl	Sig. <sup>a</sup> (bilateral)
<i>Var.total.Just</i>	-1,199	51	0,236
<i>Var.total.ET</i>	-1,530	51	0,132
<i>Var.total.Pythag</i>	-3,930	51	0,000

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup>Significación

Los valores de significación recogidos en la tabla 13 sugieren que las diferencias observadas en los valores medios de *Var.total.Just* y de *Var.total.ET* en función de la agrupación de los individuos según presenten, o no, tendencias de entonación definidas no son estadísticamente significativas. No obstante, en el caso de la variable *Var.total.Pythag*, dichas diferencias son muy significativas a nivel estadístico, por lo que parece seguro afirmar que, a nivel promedial, los individuos de la muestra que presentan tendencias de entonación definidas entonan significativamente mejor en el ámbito del sistema pitagórico que aquellos que presentan tendencias de entonación indefinidas. Asimismo, en el ámbito de los dos modelos restantes, el puro y el temperado, se observan valores medios más altos en el grupo con tendencias de entonación definidas, si bien no puede afirmarse que dichos valores no sean producto del azar.

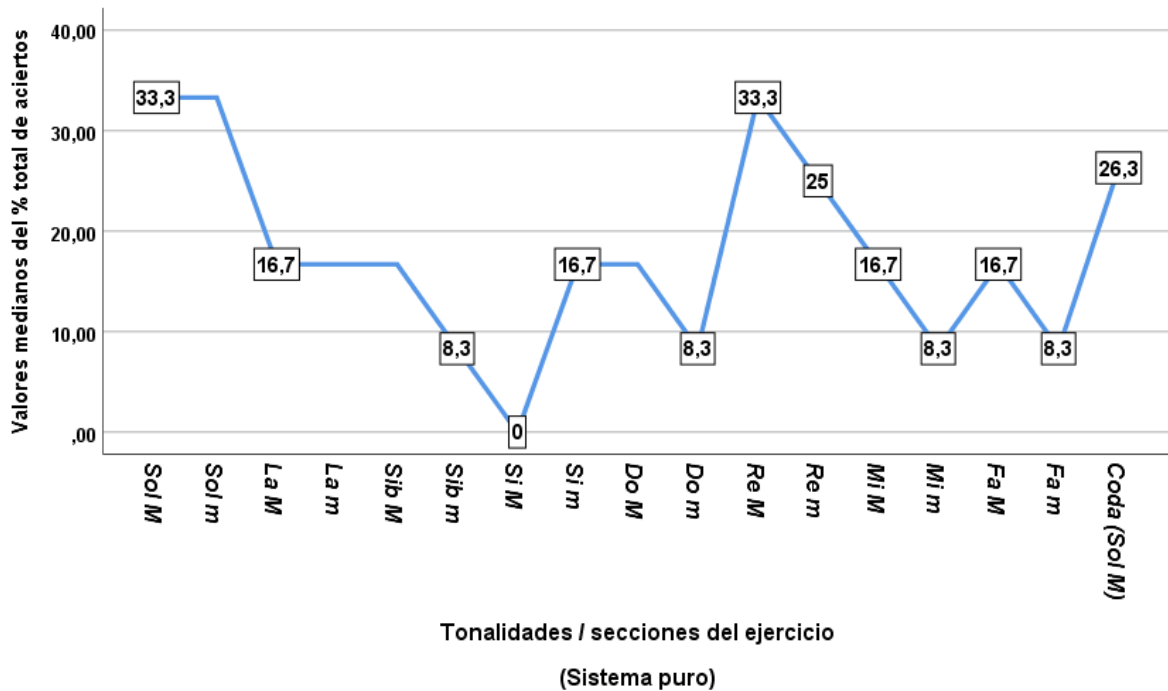
### **3.1.3 Pregunta de investigación nº 3: ¿Qué tonalidades se entonan mejor a nivel muestral según distintos modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?**

En relación a esta pregunta de investigación, las figuras 43, 44, 45 y 46 muestran los gráficos con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo a un sistema concreto.<sup>309</sup> La razón por la que se muestran los valores medianos en lugar de los medios es la no normalidad, constada a través de las pruebas de *Kolmogorov-Smirnov* y *Shapiro-Wilk*, que presentan de las antedichas variables. De ello se desprende que los valores medios están considerablemente sesgados por valores extremos, por lo que, en línea con la literatura consultada,<sup>310</sup> consideramos que la mediana es, en este caso, la medida de tendencia central más adecuada.

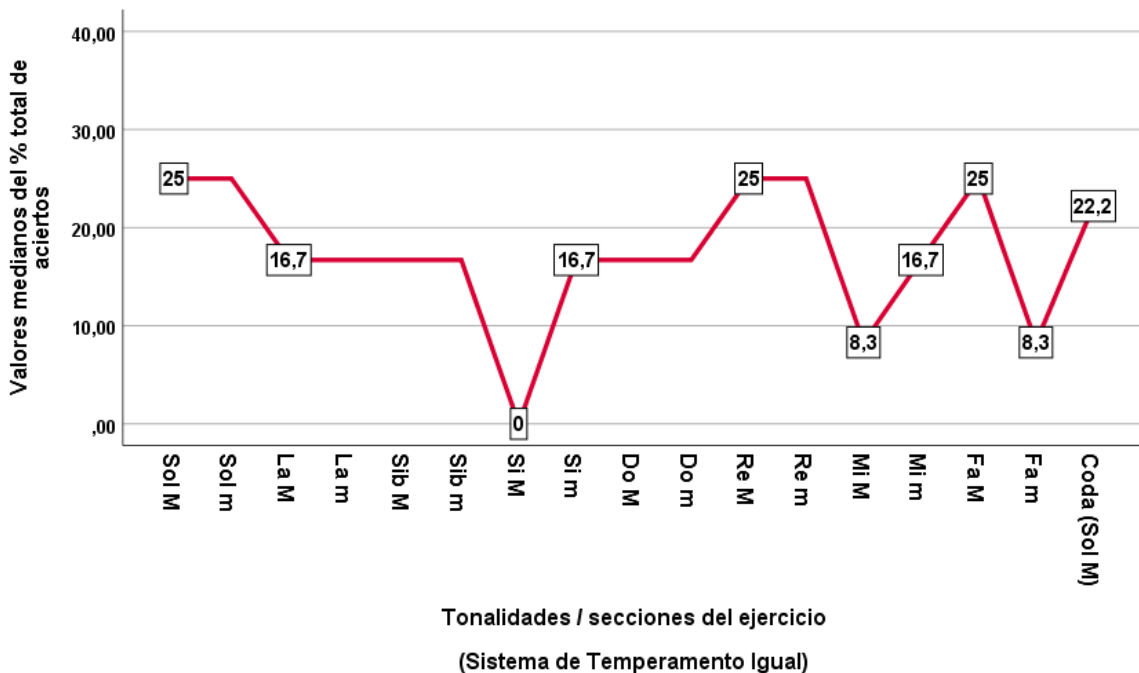
---

<sup>309</sup> Consultar tabla 1, variables de nivel 5.

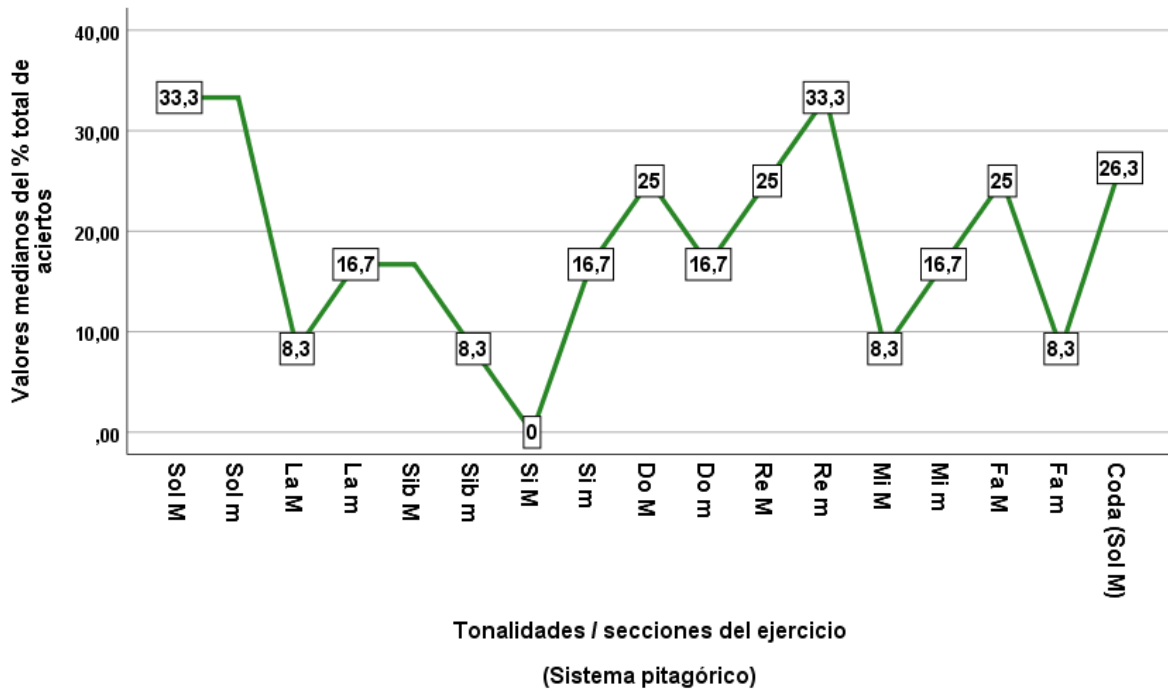
<sup>310</sup> Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 28.



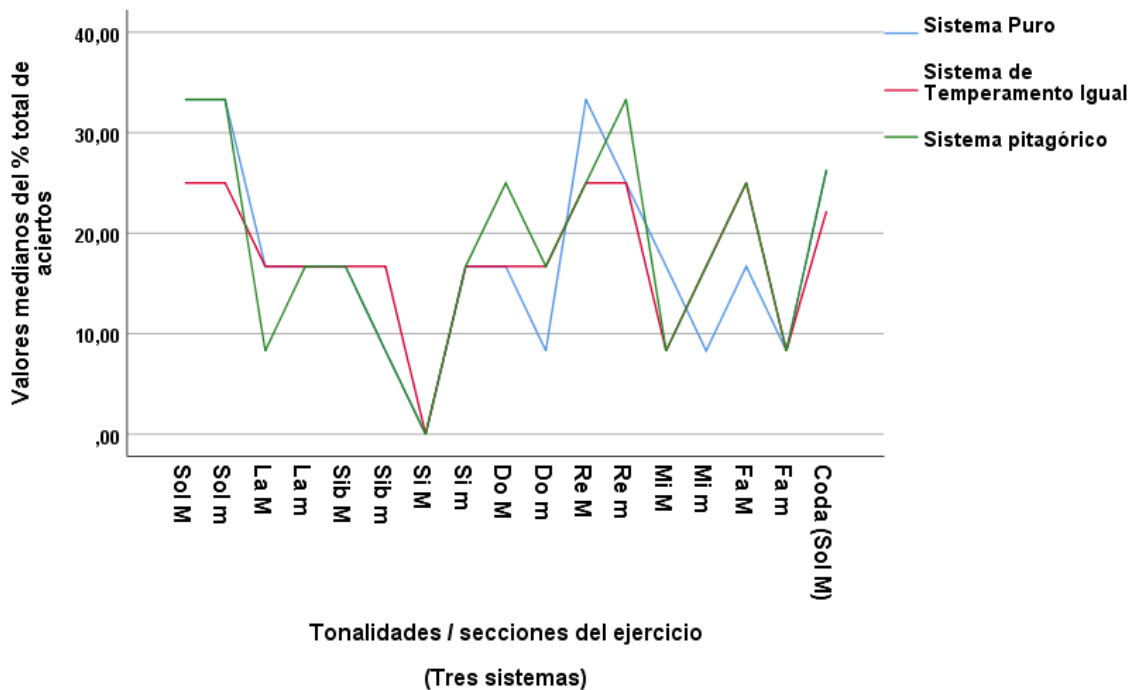
**Figura 43.** Gráfico con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema puro. (Elaboración propia).



**Figura 44.** Gráfico con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema de Temperamento Igual. (Elaboración propia).



**Figura 45.** Gráfico con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema pitagórico. (Elaboración propia).



**Figura 46.** Gráficos superpuestos con los valores medianos de las variables referentes al porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de una

tonalidad o sección determinada y con arreglo al sistema pitagórico, de Temperamento Igual y pitagórico. (Elaboración propia).

Partiendo de lo recogido en las figuras anteriores (43, 44, 45 y 46), la tabla 14 establece una relación de tonalidades según los valores medianos obtenidos en cada uno de los tres sistemas o modelos.

**Tabla 14.** Relación de tonalidades según los valores medianos obtenidos en cada uno de los tres sistemas o modelos

Tonalidad o sección	Valor mediano en el modelo puro	Valor mediano en el modelo temperado	Valor mediano en el modelo pitagórico
<i>Sol mayor</i>	33,3	25	33,3
<i>Sol menor</i>	33,3	25	33,3
<i>La mayor</i>	16,7	16,7	8,3
<i>La menor</i>	16,7	16,7	16,7
<i>Sib Mayor</i>	16,7	16,7	16,7
<i>Sib menor</i>	8,3	16,7	8,3
<i>Si mayor</i>	0	0	0
<i>Si menor</i>	16,7	16,7	16,7
<i>Do mayor</i>	16,7	16,7	25
<i>Do menor</i>	8,3	16,7	16,7
<i>Re mayor</i>	33,3	25	25
<i>Re menor</i>	25	25	33,3
<i>Mi mayor</i>	16,7	8,3	8,3
<i>Mi menor</i>	8,3	16,7	16,7
<i>Fa mayor</i>	16,7	25	25
<i>Fa menor</i>	8,3	8,3	8,3
<i>Coda (Sol mayor)</i>	26,3	22,2	26,3

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se observa en la tabla anterior, en el ámbito del modelo puro, las tonalidades mejor entonadas son *sol mayor*, *sol menor* y *re mayor*, mientras que las peor entonadas son *si mayor*, *sib menor*, *do menor*, *mi menor* y *fa menor*. En el ámbito del modelo temperado, por

otra parte, las tonalidades mejor entonadas son *sol mayor*, *sol menor*, *re mayor*, *re menor* y *fa mayor*, mientras que las peor entonadas son *si mayor*, *mi mayor* y *fa menor*. Finalmente, en el ámbito del modelo pitagórico, las tonalidades mejor entonadas son *sol mayor*, *sol menor* y *re menor*, mientras que las peor entonadas son *si mayor*, *la mayor*, *sib menor*, *mi mayor* y *fa menor*.

Así las cosas, los datos recogidos en la tabla 14 sugieren que hay pocas diferencias entre los valores medianos observados para cada una de las tonalidades o secciones del ejercicio de entonación<sup>311</sup> en los tres modelos citados. Para comprobar la validez de esta impresión, se ha llevado a cabo la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon,<sup>312</sup> al no cumplirse el supuesto de normalidad necesario para realizar la anteriormente empleada *t de Student*. Dicho supuesto no se cumple ni en el caso de los valores medianos en el modelo puro (p-valor < 0.05 en la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*), ni en el caso de valores medianos en el modelo temperado (p-valor < 0.05 tanto en *Kolmogorov-Smirnov* como en *Shapiro-Wilk*). La tabla 15 muestra los resultados obtenidos a través de Wilcoxon, los cuales sugieren que no existen diferencias significativas entre los valores medianos observados para cada una de las tonalidades o secciones del ejercicio en los modelos propuestos.

**Tabla 15.** Prueba de Wilcoxon para los valores medianos observados para cada una de las tonalidades o secciones del ejercicio de entonación en los modelos puro, temperado y pitagórico.

	Valores medianos en el modelo puro & Valores medianos en el modelo temperado	Valores medianos en el modelo puro & Valores medianos en el modelo pitagórico	Valores medianos en el modelo temperado & Valores medianos en el modelo pitagórico
Z	-0,422 <sup>b</sup>	-0,359 <sup>b</sup>	-0,172 <sup>b</sup>
Sig. <sup>a</sup> Asintótica (bilateral)	0,673	0,720	0,863

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Significación

<sup>b</sup> Se basa en rangos negativos

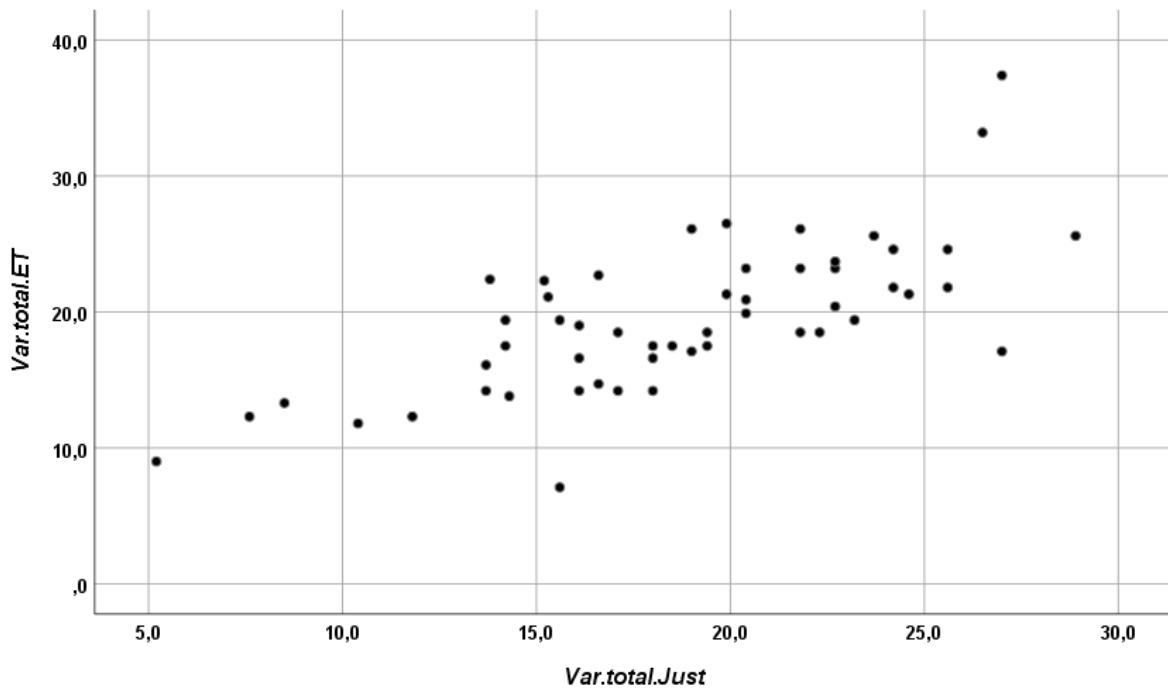
<sup>311</sup> Consultar anexo III del presente documento.

<sup>312</sup> Equivalente no paramétrico de la *t de Student* que compara los rangos medios de dos muestras relacionadas. Ver Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 205.

En base a lo anterior, podemos afirmar que no existen diferencias significativas respecto a las tonalidades que se entonan mejor a nivel muestral según los sistemas o modelos de entonación propuestos, estando *sol mayor*, *sol menor*, *re mayor* y *re menor* entre las mejor entonadas en los tres modelos, y *si mayor*, *sib menor* y *fa menor* entre las peor entonadas.

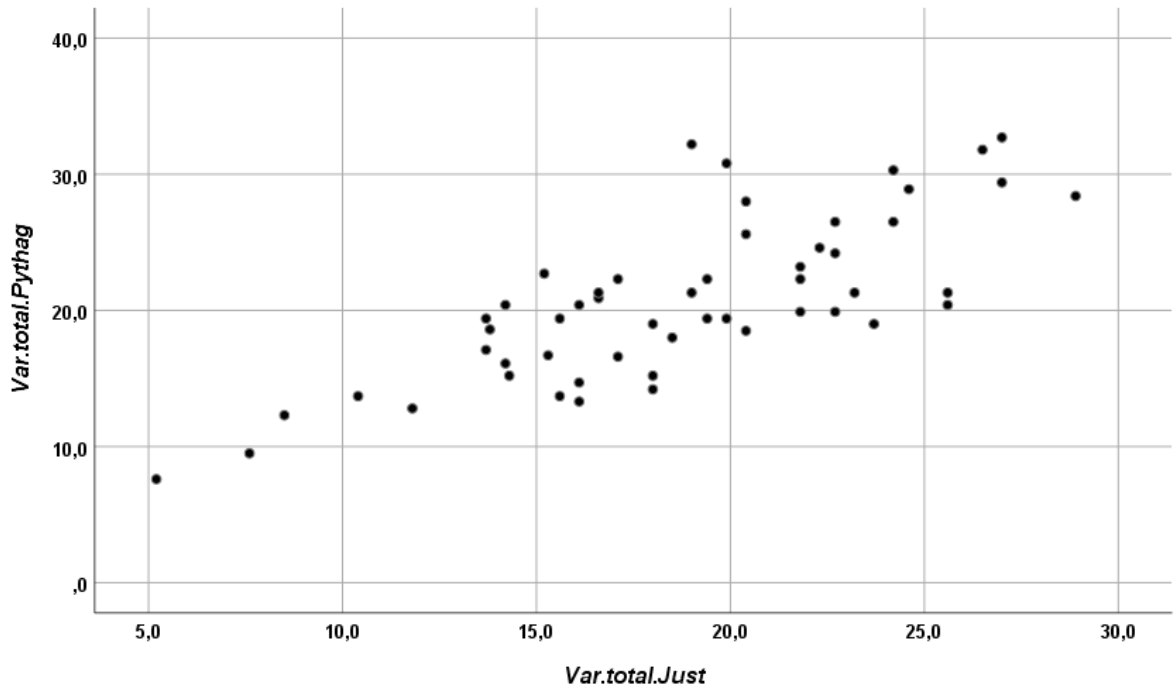
### 3.1.4 Pregunta de investigación n° 4: ¿Existe algún grado de asociación, a nivel muestral, entre los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a distintos modelos o sistemas teóricos?

En relación a esta pregunta de investigación, las figuras 47, 48, y 49 muestran gráficos de dispersión en los que los puntos representan los valores individuales de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

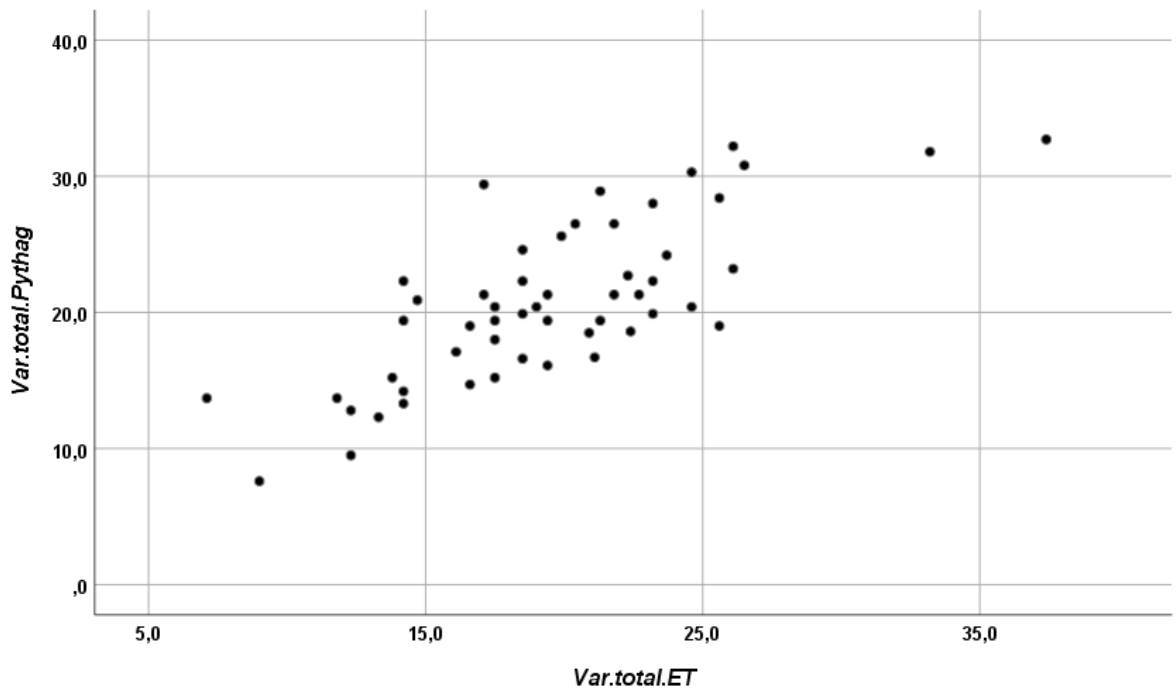


**Figura 47.** Gráfico de dispersión en el que los puntos representan los valores individuales de *Var.total.Just* en relación a *Var.total.ET*. (Elaboración propia).





**Figura 48.** Gráfico de dispersión en el que los puntos representan los valores individuales de *Var.total.Just* en relación a *Var.total.Pythag*. (Elaboración propia).



**Figura 49.** Gráfico de dispersión en el que los puntos representan los valores individuales de *Var.total.ET* en relación a *Var.total.Pythag*. (Elaboración propia).

Los gráficos recogidos en las figuras anteriores sugieren un alto grado de asociación entre las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*. En este sentido, y dado que las antedichas variables siguen una distribución aproximadamente normal (ver tabla 16), se ha considerado pertinente hallar el coeficiente de correlación de Pearson, cuyos resultados señalan una correlación positiva alta entre *Var.total.Just* y *Var.total.ET*, entre *Var.total.Just* y *Var.total.Pythag*, y entre *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*. La tabla 17 muestra tales resultados, mientras que las figuras 50, 51 y 52 muestran los gráficos de dispersión con sus rectas de regresión.

**Tabla 16.** Pruebas de normalidad para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

	<i>Kolmogorov - Smirnov<sup>a</sup></i>			<i>Shapiro-Wilk</i>			Asimetría
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig. <sup>b</sup>	
<i>Var.total.Just</i>	0,071	53	0,200	0,984	53	0,705	-0,327
<i>Var.total.ET</i>	0,064	53	0,200	0,969	53	0,182	0,558
<i>Var.total.Pythag</i>	0,104	53	0,200	0,977	53	0,403	0,198

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Corrección de significación de Lilliefors.

<sup>b</sup> Significación.

**Tabla 17.** Coeficiente de correlación de Pearson para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

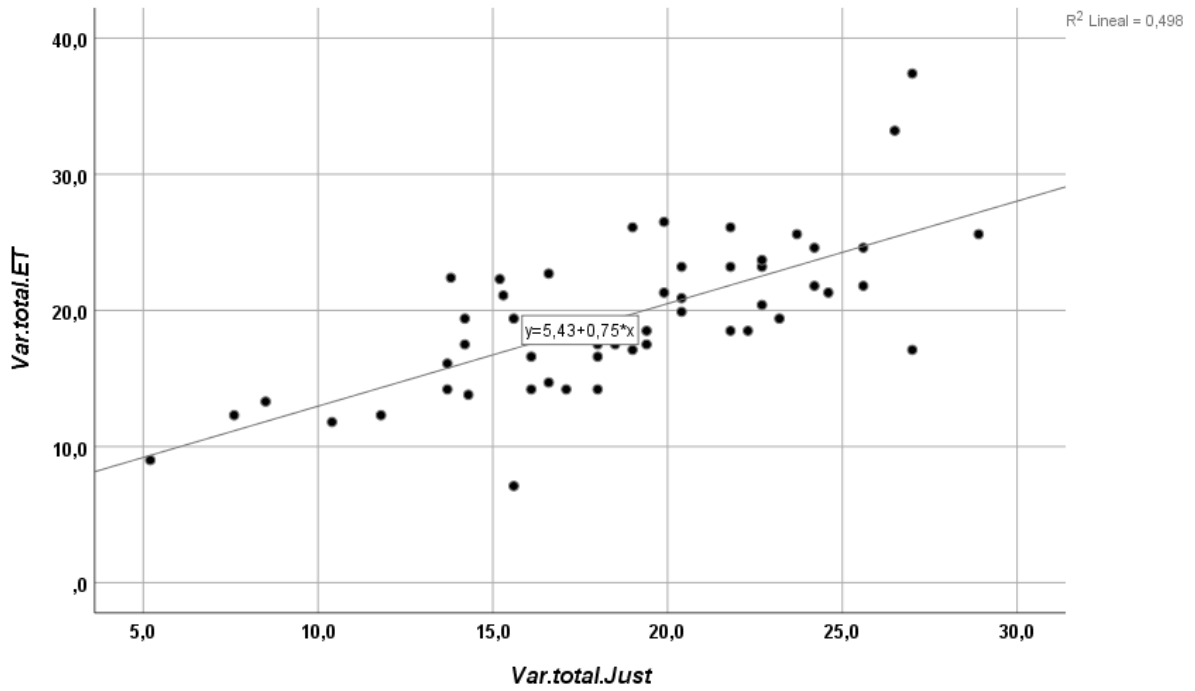
		<i>Var.total.Just</i>	<i>Var.total.ET</i>	<i>Var.total.Pythag</i>
<i>Var.total.Just</i>	Correlación de Pearson	1	0,706	0,771
	Sig. <sup>a</sup> (bilateral)	-	0,000	0,000
	N	53	53	53
<i>Var.total.ET</i>	Correlación de Pearson	0,706	1	0,764
	Sig. <sup>a</sup> (bilateral)	0,000	-	0,000
	N	53	53	53
<i>Var.total.Pythag</i>	Correlación de Pearson	0,771	0,764	1
	Sig. <sup>a</sup> (bilateral)	0,000	0,000	-
	N	53	53	53

*Nota*<sup>1</sup>: Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

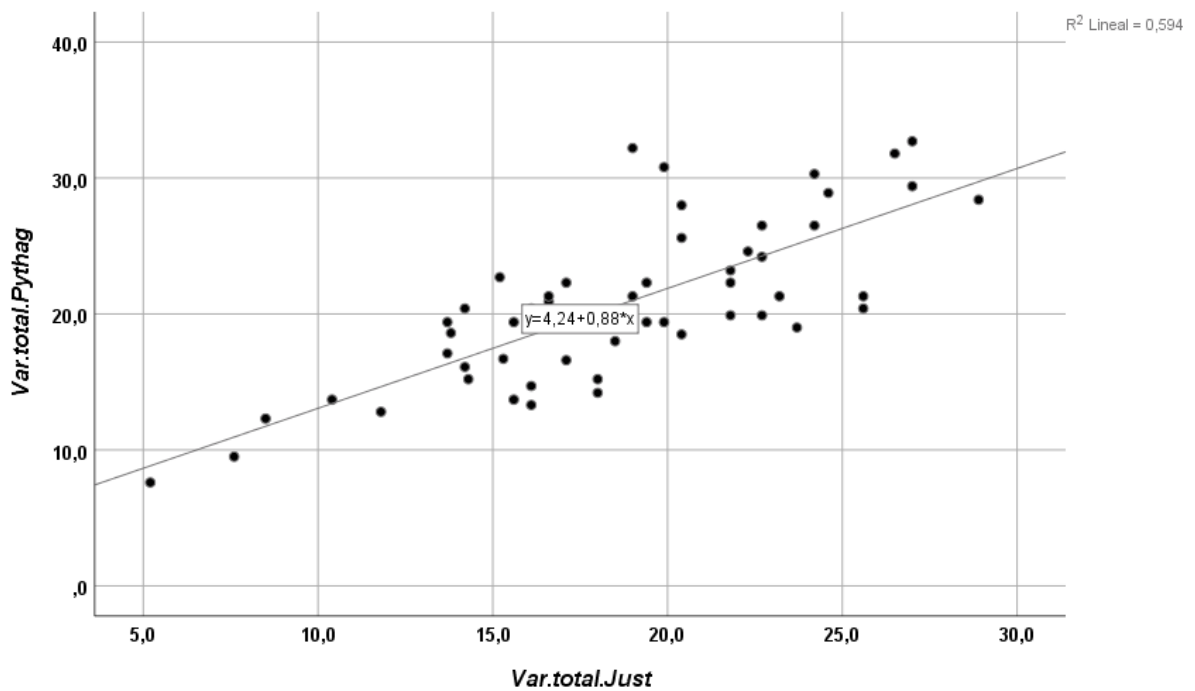
*Nota*<sup>2</sup>: La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

*Fuente*: Elaboración propia.

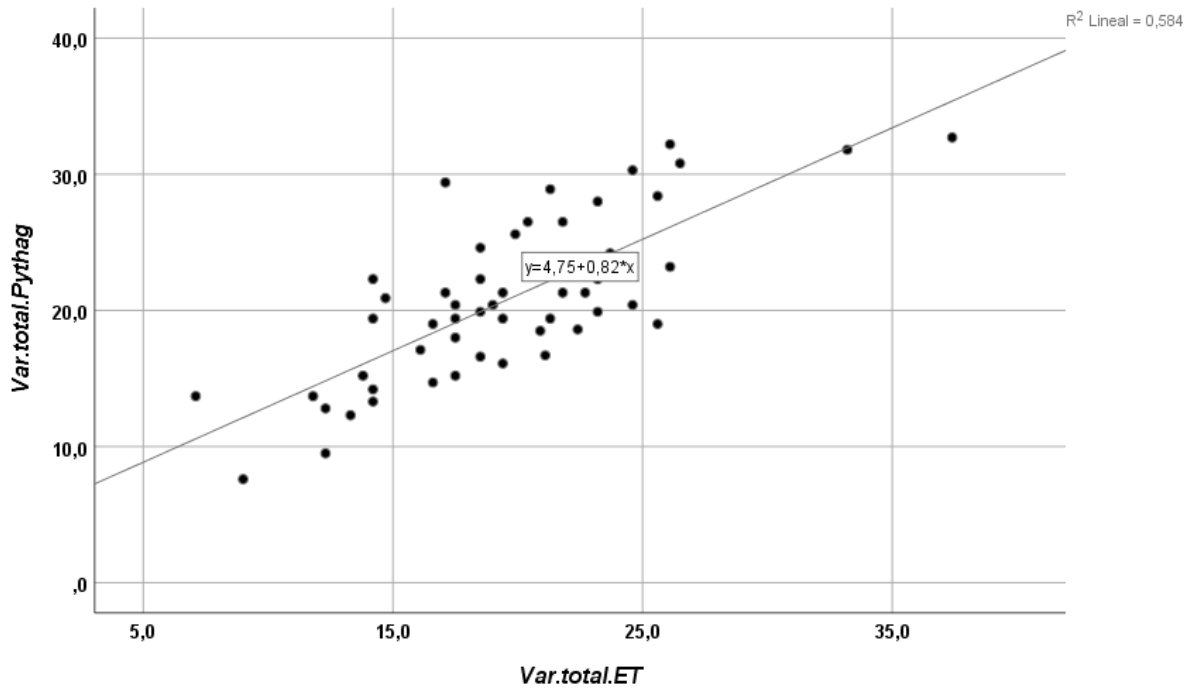
<sup>a</sup> Significación.



**Figura 50.** Gráfico de dispersión con línea de ajuste en el que los puntos representan los valores individuales de *Var.total.Just* en relación a *Var.total.ET*. (Elaboración propia).



**Figura 51.** Gráfico de dispersión con línea de ajuste en el que los puntos representan los valores individuales de *Var.total.Just* en relación a *Var.total.Pythag*. (Elaboración propia).



**Figura 52.** Gráfico de dispersión con línea de ajuste en el que los puntos representan los valores individuales de *Var.total.ET* en relación a *Var.total.Pythag*. (Elaboración propia).

Así las cosas, podemos afirmar que, a nivel muestral, existe una correlación positiva alta entre *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* o, lo que es lo mismo, entre los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a distintos modelos o sistemas teóricos.

### 3.1.5 Pregunta de investigación n° 5: ¿Qué impacto tienen variables como el curso, el sexo o la pertenencia a un centro en la entonación de los individuos de la muestra?

En el marco de esta pregunta de investigación encontramos variables cualitativas de relevancia, entre ellas, variables de tipo nominal como *Var.centro* (centro de estudios) o *Var.sexo* (sexo), y de carácter ordinal como *Var.curso* (curso). Así las cosas, se busca establecer el grado de relación de estas variables cualitativas sobre otras de carácter cuantitativo, como son *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

En lo que respecta a *Var.curso*, nos encontramos ante la tarea de establecer una asociación entre una variable ordinal y tres escalares (*Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*). Para el cálculo de la relación, hemos procedido a recodificar las antedichas

variables de escala en variables de tipo ordinal, tal y como plantean algunos autores.<sup>313</sup> La tabla 18 recoge los términos de dicha recodificación, así como también el número de casos que se incluyen bajo las nuevas categorías.

**Tabla 18.** Recodificación, en variables ordinales, de las variables escalares *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

	Valores asignados	Nº de casos		
		<i>Var.total.Just</i>	<i>Var.total.ET</i>	<i>Var.total.Pythag</i>
Nivel de aciertos: muy bajo (0% - 9,99%)	1	3	2	2
Nivel de aciertos: bajo (10% - 19,99%)	2	29	28	24
Nivel de aciertos: moderado (20% - 29,99%)	3	21	21	22
Nivel de aciertos: notable (30% - 40%)	4	0	2	5

*Fuente.* Elaboración propia.

Recodificadas las variables anteriormente citadas, se ha procedido a determinar si existe correlación entre variable *Var.curso* y cada una de las tres variables recodificadas, a saber: *Var.total.JustR*, *Var.total.ETR*, *Var.total.PythagR*. Con dicho fin se ha empleado el coeficiente de correlación de Spearman, una prueba no paramétrica empleada para conocer el grado de relación entre dos variables. Los resultados obtenidos a través de Spearman se exponen en la tabla 19, y se complementan con los gráficos de diagramas y cajas que recogen las figuras 53, 54 y 55.

<sup>313</sup> Mercedes Reguant-Álvarez, Ruth Vilà-Baños, y Mercedes Torrado-Fonseca, “La relación entre dos variables según la escala de medición con SPSS”, *Revista d’Innovació i Recerca en Educació* 11, nº 2 (julio 2018): 45-60, <http://doi.org/10.1344/reire2018.11.221733>.

**Tabla 19.** Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *Var.curso*, *Var.total.JustR*, *Var.total.ETR* y *Var.total.PythagR*.

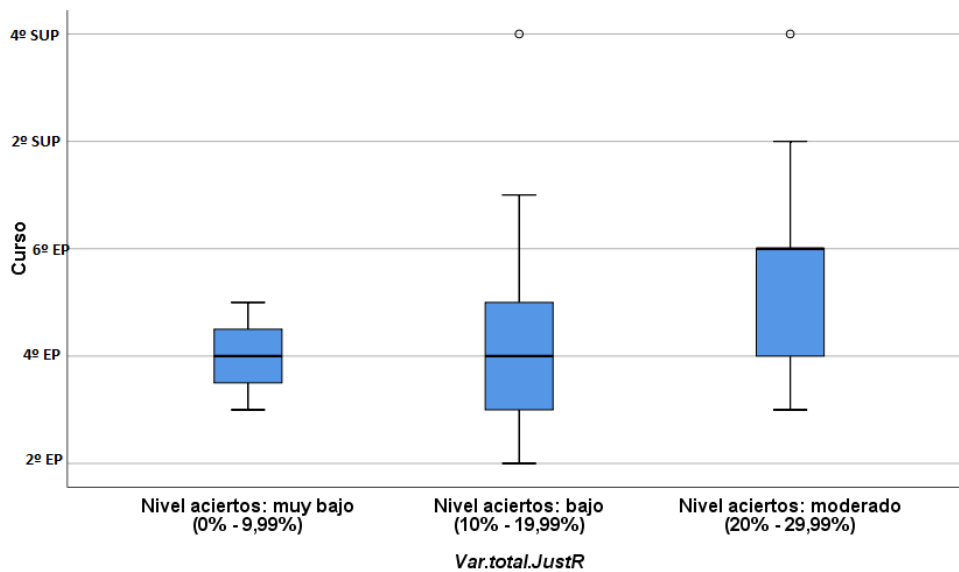
		<i>Var.total.JustR</i>	<i>Var.total.ETR</i>	<i>Var.total.PythagR</i>	<i>Var.curso</i>
<i>Var.curso</i>	Rho de Spearman	0,407	0,194	-0,031	1
	Sig. <sup>a</sup> (bilateral)	0,002	0,165	0,824	-
	N	53	53	53	53

Nota <sup>1</sup>: Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

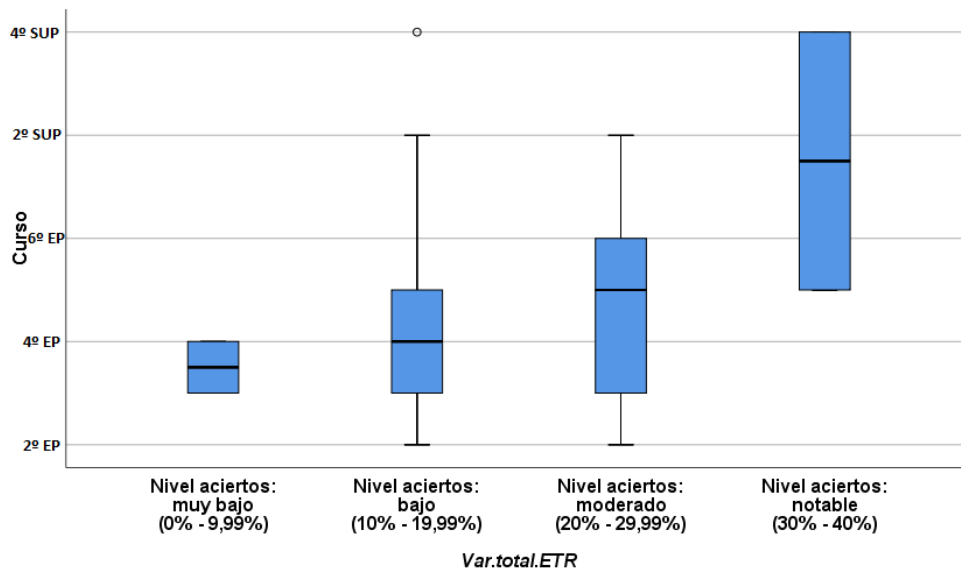
Nota <sup>2</sup>: La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

Fuente: Elaboración propia.

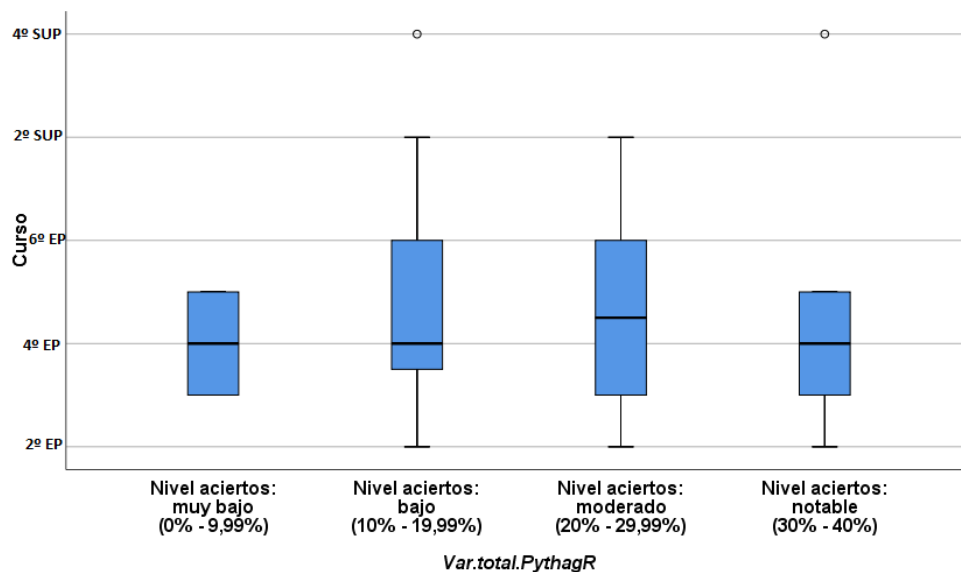
<sup>a</sup>Significación.



**Figura 53.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los cursos según el nivel de aciertos con arreglo al modelo puro. (Elaboración propia).



**Figura 54.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los cursos según el nivel de aciertos con arreglo al modelo temperado. (Elaboración propia).



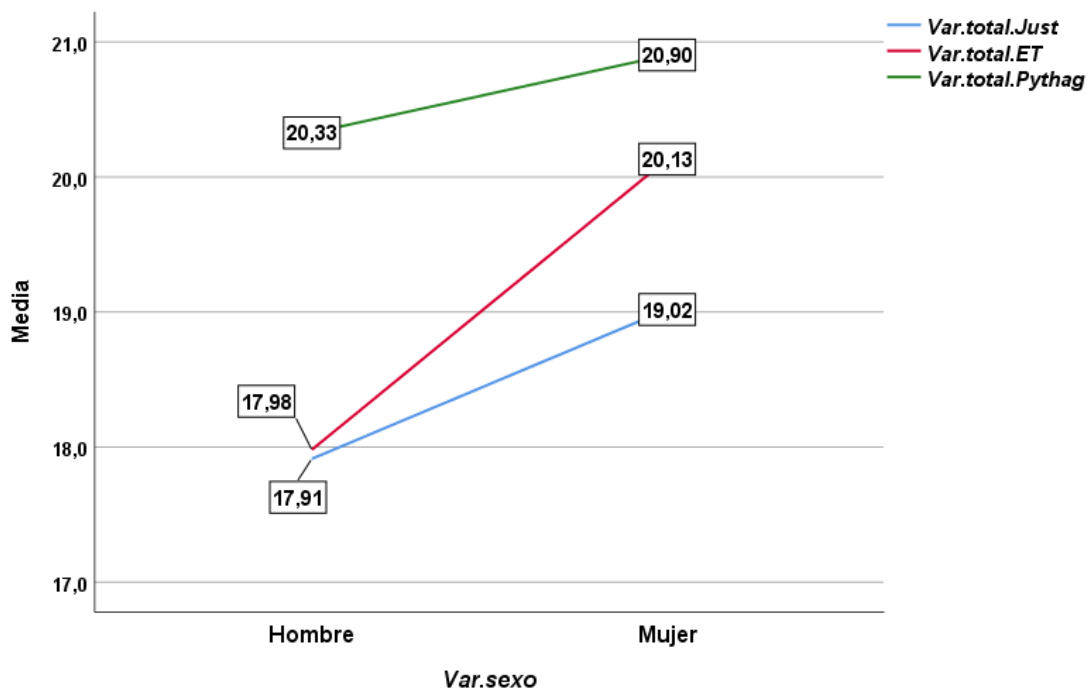
**Figura 55.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los cursos según el nivel de aciertos con arreglo al modelo pitagórico. (Elaboración propia).

Tal y como se observa en los gráficos recogidos en las figuras anteriores, y en consonancia con los resultados obtenidos a través del coeficiente de correlación de Spearman (tabla 19), existe una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre la variable *Var.curso* y la variable *Var.total.JustR*. Sin embargo, los mismos resultados sugieren



que no hay correlación ni entre  $Var.curso$  y  $Var.total.ETR$ , ni entre  $Var.curso$  y  $Var.total.PythagR$ .

Por otra parte, en lo que respecta a la variable  $Var.sexo$ , la figura 56 muestra cómo los valores medios de  $Var.total.Just$ ,  $Var.total.ET$  y de  $Var.total.Pythag$  son más altos en el caso de las mujeres, y más bajos en el caso de los hombres.



**Figura 56.** Valores medios de  $Var.total.Just$ ,  $Var.total.ET$  y de  $Var.total.Pythag$  en función del sexo de los individuos. (Elaboración propia).

No obstante lo anterior, y tal y como se hizo al agrupar a los individuos según presentaran, o no, tendencias de entonación definidas, cabría preguntarse si los valores medios expuestos en la figura 56 difieren significativamente entre sí. Así pues, cumpliéndose los supuestos de normalidad y homocedasticidad o igualdad de varianzas (tabla 20), se ha empleado la prueba estadística paramétrica *t de Student*.

**Tabla 20.** Pruebas de normalidad para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag*, según el sexo (*var.sexo*) de los individuos.

	<i>var.sexo</i>	<i>Kolmogorov - Smirnov<sup>a</sup></i>			<i>Shapiro-Wilk</i>			Asimetría
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig. <sup>b</sup>	
<i>Var.total.Just</i>	Hombre	0,143	15	0,200	0,953	15	0,580	-0,613
	Mujer	0,073	38	0,200	0,984	38	0,865	-0,247
<i>Var.total.ET</i>	Hombre	0,145	15	0,200	0,941	15	0,400	0,218
	Mujer	0,109	38	0,200	0,954	38	0,116	0,607
<i>Var.total.Pythag</i>	Hombre	0,133	15	0,200	0,969	15	0,850	0,094
	Mujer	0,130	38	0,108	0,965	38	0,280	0,310

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Corrección de significación de Lilliefors.

<sup>b</sup> Significación.

Comprobado el supuesto de normalidad, la tabla 21 muestra los resultados de la prueba de igualdad de varianzas de *Levene*; unos resultados que sugieren, tal y como se ha adelantado anteriormente, el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad.

**Tabla 21.** Pruebas de igualdad de varianzas de *Levene* para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*, según el sexo (*var.sexo*) de los individuos.

		F	Sig. <sup>a</sup>
<i>Var.total.Just</i>	Se asumen varianzas iguales	0,188	0,667
<i>Var.total.ET</i>	Se asumen varianzas iguales	0,000	0,988
<i>Var.total.Pythag</i>	Se asumen varianzas iguales	1,342	0,252

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Significación

Comprobadas tanto la normalidad como la homocedasticidad de los datos, la tabla 22 ofrece los resultados de la prueba *t de Student*.

**Tabla 22.** Prueba *t de Student* para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*, según el sexo (*var.sexo*) de los individuos.

	t	gl	Sig. <sup>a</sup> (bilateral)
<i>Var.total.Just</i>	-0,700	51	0,487
<i>Var.total.ET</i>	-1,292	51	0,202
<i>Var.total.Pythag</i>	-0,318	51	0,752

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup>Significación

Los valores de significación recogidos en la tabla 22 sugieren que las diferencias observadas en los valores medios de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* no difieren de manera significativa cuando se agrupa a los individuos por sexo.

Finalmente, en relación a la variable *Var.centro*, la tabla 23 muestra los valores medios y medianos de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag* en función del centro de estudios. Por otra parte, las figuras 57 y 58 muestran, respectivamente, las líneas que dibujan dichos valores. La razón por la que ahora se muestran los valores medianos es la no normalidad de los datos en la intersección entre *Var.total.ET* y *Var.centro.BadajozSUP*, y entre *Var.total.Pythag* y *Var.centro.AlmendralejoEP*. Los resultados de las pruebas de normalidad que se derivan de la división por centros se exponen en la tabla 24.

**Tabla 23.** Valores medios y medianos de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag* en función del centro de estudios.

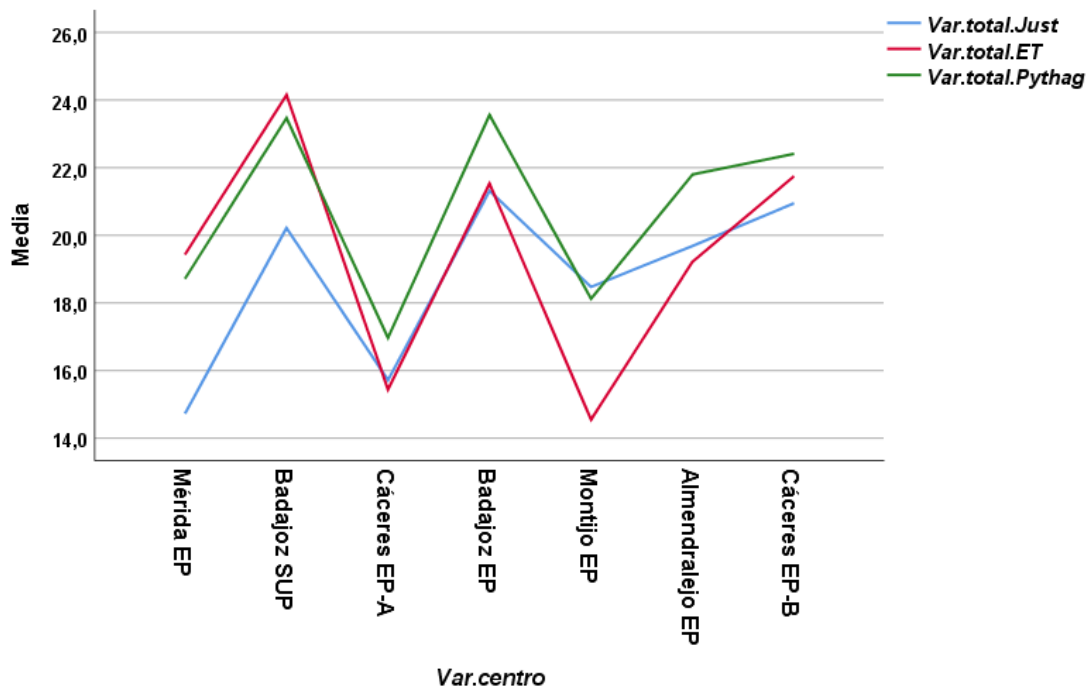
	<i>Var.total.Just</i>		<i>Var.total.ET</i>		<i>Var.total.Pythag</i>	
	Media	Mediana	Media	Mediana	Media	Mediana
Mérida EP	14,729	15,200	19,429	21,100	18,714	16,700
Badajoz SUP	20,217	20,400	24,150	21,550	23,467	22,500
Cáceres EP-A	15,720	14,900	15,440	15,150	16,970	18,050

**Tabla 23.** Valores medios y medianos de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag* en función del centro de estudios.

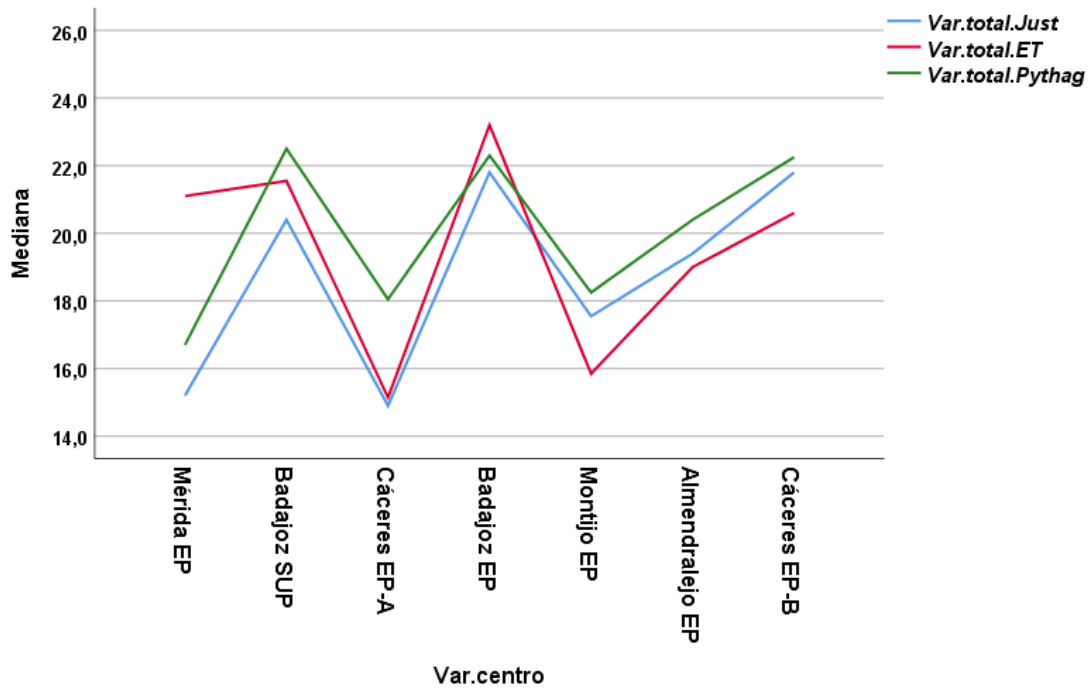
	<i>Var.total.Just</i>		<i>Var.total.ET</i>		<i>Var.total.Pythag</i>	
Badajoz EP	21,314	21,800	21,529	23,200	23,557	22,300
Montijo EP	18,475	17,550	14,550	15,850	18,125	18,250
Almendralejo EP	19,689	19,400	19,222	19,000	21,800	20,400
Cáceres EP-B	20,950	21,800	21,750	20,600	22,410	22,250

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.



**Figura 57.** Gráfico de líneas múltiples con los valores medios de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag* en función del centro de estudios. (Elaboración propia).



**Figura 58.** Gráfico de líneas múltiples con los valores medios de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag* en función del centro de estudios. (Elaboración propia).

**Tabla 24.** Pruebas de normalidad para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag*, según el centro de estudios (*var.centro*).

	<i>var.centro</i>	<i>Kolmogorov - Smirnov<sup>a</sup></i>			<i>Shapiro-Wilk</i>			Asimetría
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig. <sup>b</sup>	
<i>Var.total.Just</i>	Mérida EP	0,249	7	0,200	0,914	7	0,423	-0,606
	Badajoz SUP	0,182	6	0,200	0,953	6	0,767	0,103
	Cáceres EP-A	0,116	10	0,200	0,965	10	0,844	0,234
	Badajoz EP	0,192	7	0,200	0,969	7	0,893	-0,525
	Montijo EP	0,307	4	-	0,883	4	0,350	1,463
	Almendralejo EP	0,134	9	0,200	0,950	9	0,693	-0,011
	Cáceres EP-B	0,203	10	0,200	0,937	10	0,516	0,138
<i>Var.total.ET</i>	Mérida EP	0,204	7	0,200	0,920	7	0,471	-0,044
	Badajoz SUP	0,251	6	0,200	0,766	6	0,028	1,818

**Tabla 24.** Pruebas de normalidad para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y de *Var.total.Pythag*, según el centro de estudios (*var.centro*).

<i>var.centro</i>	<i>Kolmogorov - Smirnov<sup>a</sup></i>			<i>Shapiro-Wilk</i>			Asimetría
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig. <sup>b</sup>	
Cáceres EP-A	0,141	10	0,200	0,958	10	0,767	0,242
Badajoz EP	0,204	7	0,200	0,885	7	0,252	-1,211
Montijo EP	0,224	4	-	0,922	4	0,551	-1,152
Almendralejo EP	0,179	9	0,200	0,955	9	0,747	-0,143
Cáceres EP-B	0,224	10	0,170	0,931	10	0,459	0,851
<i>Var.total.Pythag</i> Mérida EP	0,222	7	0,200	0,884	7	0,244	1,373
Badajoz SUP	0,239	6	0,200	0,940	6	0,656	0,393
Cáceres EP-A	0,150	10	0,200	0,956	10	0,739	0,397
Badajoz EP	0,164	7	0,200	0,968	7	0,885	-0,470
Montijo EP	0,269	4	-	0,862	4	0,267	-0,058
Almendralejo EP	0,335	9	0,004	0,783	9	0,013	1,501
Cáceres EP-B	0,149	10	0,200	0,962	10	0,810	0,372

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Corrección de significación de Lilliefors.

<sup>b</sup> Significación.

Así las cosas, se ha descartado emplear un análisis de varianza (ANOVA)<sup>314</sup> de un factor para explorar las diferencias entre los distintos centros en el contexto de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*. Tal descarte se fundamenta, por una parte, en el hecho de que no todos los grupos de comparación presentan una distribución normal, y, por

<sup>314</sup> El análisis de varianza (ANOVA) es un tipo de prueba estadística paramétrica cuyo fin es comparar las medias de tres o más grupos distintos en el ámbito de una variable dependiente. Consultar Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 188.

otra, en las diferencias de tamaño entre algunos grupos.<sup>315</sup> Así pues, en aras de la seguridad, se ha optado por emplear la prueba no paramétrica *H de Kruskal-Wallis*,<sup>316</sup> cuyos resultados se exponen en la tabla 25. Además, en lo que respecta a los grupos de la variable *var.centro*, se ha considerado a *Cáceres EP-A* y a *Cáceres EP-B* como un único grupo, al no requerir la *H de Kruskal-Wallis* de grupos homogéneos en tamaño.

**Tabla 25.** Prueba *Kruskal-Wallis* para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* según según el centro de estudios (*var.centro*).

	<i>Var.total.Just</i>	<i>Var.total.ET</i>	<i>Var.total.Pythag</i>
H de Kruskal-Wallis	7,740	8,428	5,443
gl	5	5	5
Sig. <sup>a</sup> asintótica	0,171	0,134	0,364

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

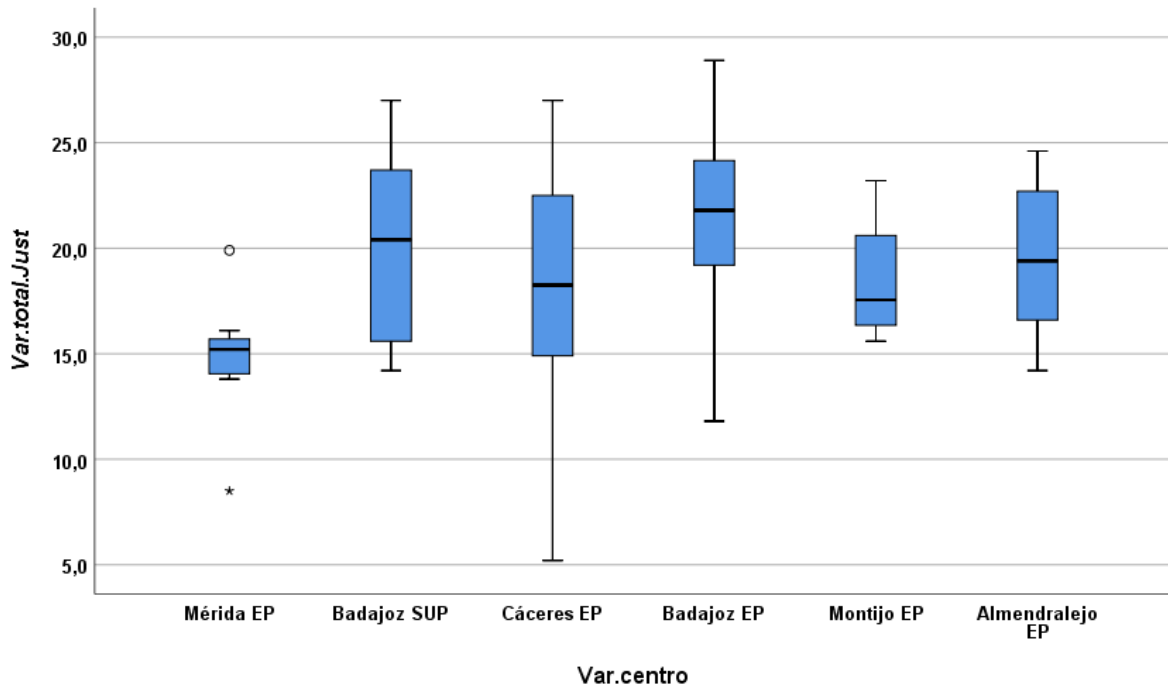
*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup>Significación.

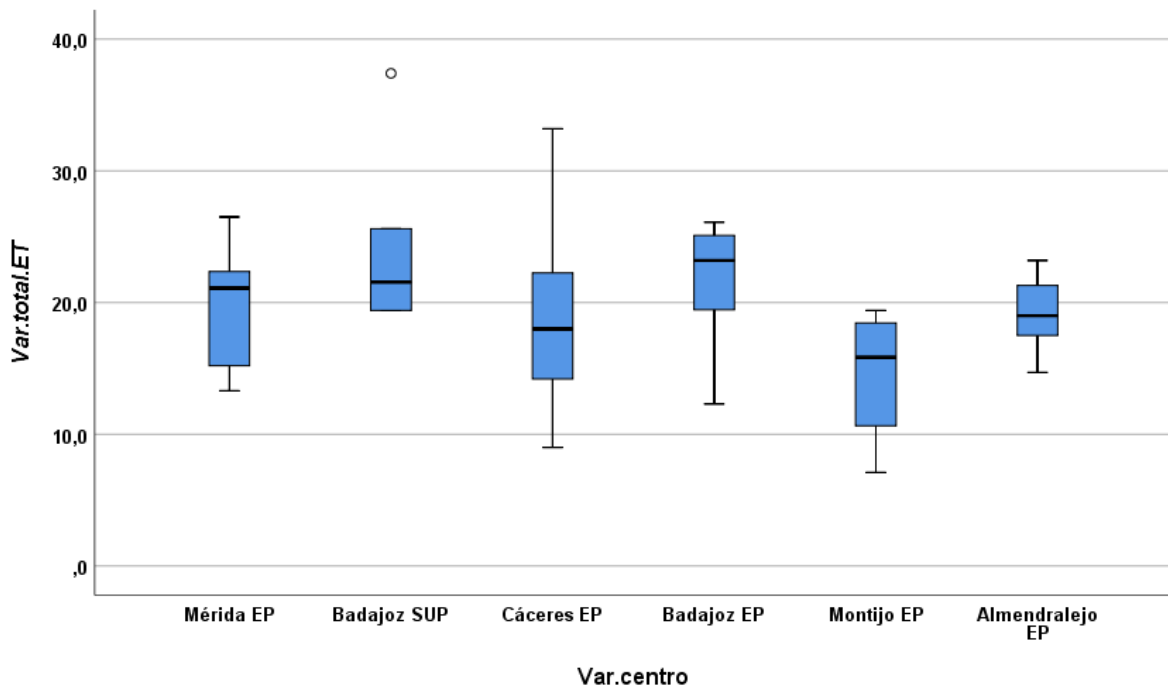
Tal y como se observa en la tabla, los valores de significación sugieren que no hay diferencias estadísticamente significativas con respecto a la distribución de los porcentajes, según el centro de estudios, de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*. Asimismo, las figuras 59, 60 y 61 contribuyen a una interpretación gráfica de estos resultados.

<sup>315</sup> Pruebas estadísticas de carácter paramétrico como ANOVA pueden verse afectadas si el número de participantes en cada grupo de comparación difiere considerablemente. Consultar Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 28.

<sup>316</sup> El test *H de Kruskal-Wallis* es el equivalente no paramétrico del ANOVA, y se emplea con el mismo fin que éste último. Consultar Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 197.

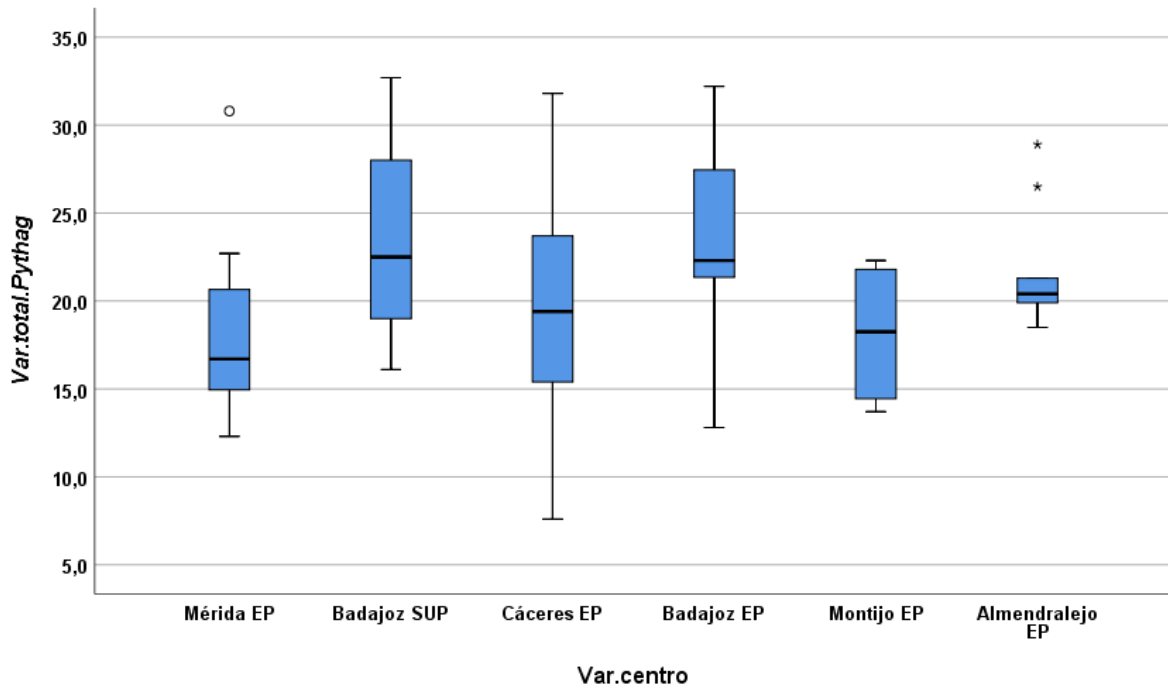


**Figura 59.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.Just* según los centros de estudios (*var.centro*). (Elaboración propia).



**Figura 60.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.ET* según los centros de estudios (*var.centro*). (Elaboración propia).





**Figura 61.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.Pythag* según los centros de estudios (*var.centro*). (Elaboración propia).

En base a lo observado en los gráficos recogidos en las figuras anteriores, y a pesar de los resultados obtenidos a través de la *H de Kruskal-Wallis*, se ha optado por seguir explorando las diferencias entre centros. Para ello, se ha elegido la *U de Mann-Whitney*, una prueba no paramétrica similar a la *H de Kruskal-Wallis*, sólo que en lugar de comparar tres o más grupos independientes, compara únicamente dos.<sup>317</sup> Con este cambio de prueba, se pretende encontrar diferencias estadísticamente significativas que hayan podido escapar a la *H de Kruskal-Wallis*. Así pues, la tabla 26 recoge los resultados que se derivan de aplicar la *U de Mann-Whitney* a los distintos emparejamientos entre centros en función de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

<sup>317</sup> Leech, Barrett, y Morgan, *SPSS for Intermediate Statistics*, 198.

**Tabla 26.** *U de Mann-Whitney* aplicada a los distintos emparejamientos entre centros en función de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

		<i>Var.total.Just</i>	<i>Var.total.ET</i>	<i>Var.total.Pythag</i>
Mérida EP & Badajoz SUP	<i>U de Mann-Whitney</i>	7	14	10
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,045	0,317	0,116
Mérida EP & Cáceres EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	39	64,5	59
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,086	0,761	0,543
Mérida EP & Badajoz EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	8	19	14
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,035	0,482	0,179
Mérida EP & Montijo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	4	8	13,5
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,059	0,257	0,925
Mérida EP & Almendralejo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	9,5	31	17
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,020	0,958	0,125
Badajoz SUP & Cáceres EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	50,5	27	42,5
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,563	0,044	0,286
Badajoz SUP & Badajoz EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	19	20	19
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,775	0,886	0,775
Badajoz SUP & Montijo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	9,5	1	6
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,592	0,018	0,201

**Tabla 26.** *U de Mann-Whitney* aplicada a los distintos emparejamientos entre centros en función de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

		<i>Var.total.Just</i>	<i>Var.total.ET</i>	<i>Var.total.Pythag</i>
Badajoz SUP & Almendralejo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	25,5	12,5	26,5
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,859	0,087	0,953
Cáceres EP & Badajoz EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	49	43	44
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,245	0,134	0,150
Cáceres EP & Montijo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	37,5	27	35,5
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,846	0,312	0,727
Cáceres EP & Almendralejo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	80	76,5	67,5
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,637	0,524	0,288
Badajoz EP & Montijo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	8	4	7
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,257	0,059	0,182
Badajoz EP & Almendralejo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	24,5	18,5	20,5
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,458	0,168	0,242
Montijo EP & Almendralejo EP	<i>U de Mann-Whitney</i>	14	8	13,5
	Sig. <sup>a</sup> asintótica (bilateral)	0,537	0,121	0,486

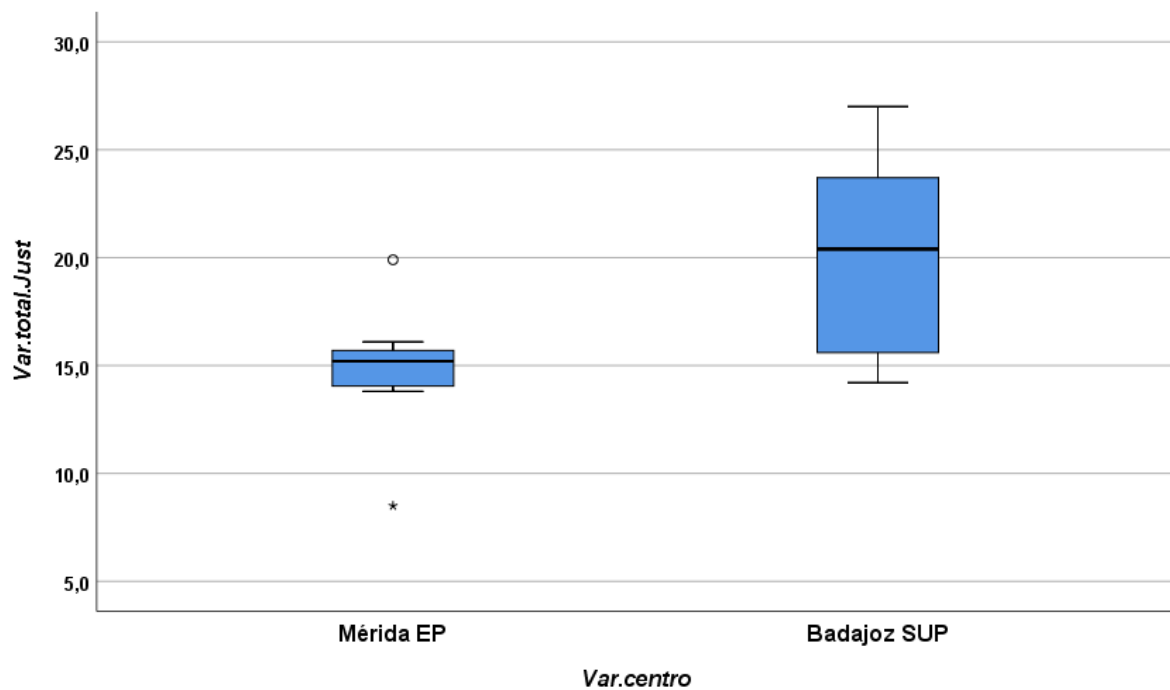
*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

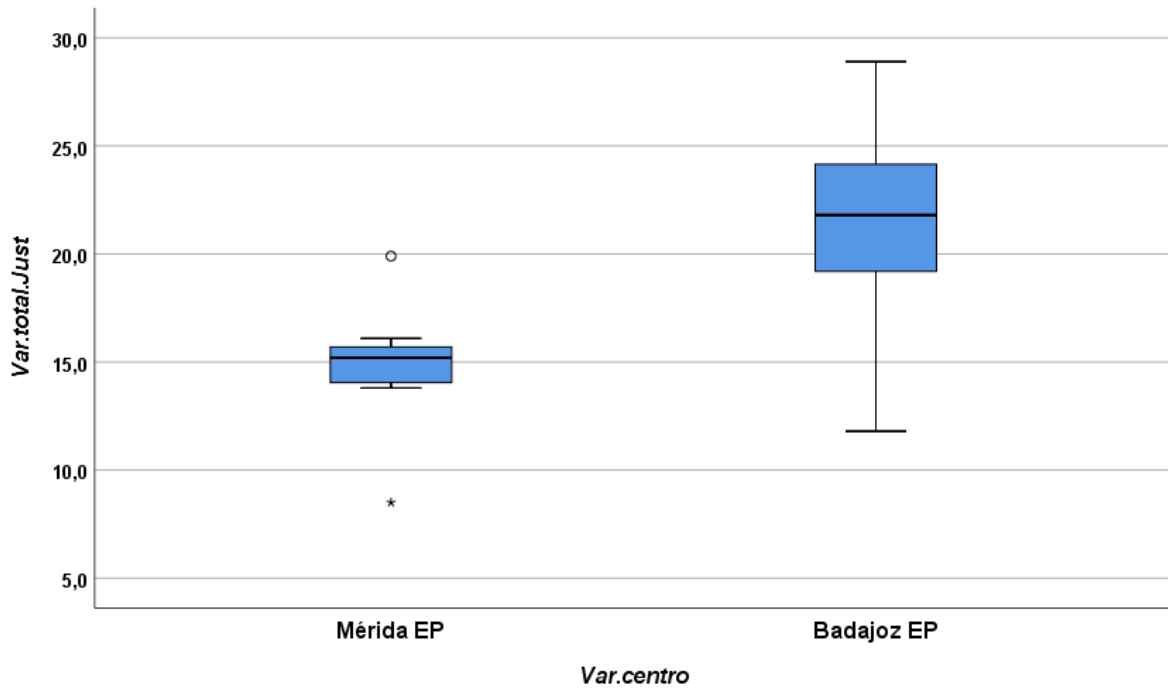
<sup>a</sup>Significación.

Tal y como se observa en la tabla, los resultados de la aplicación de la *U de Mann-Whitney* a los distintos emparejamientos entre centros en función de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag* sugieren que existen diferencias estadísticamente significativas en el ámbito del sistema o modelo puro (*Var.total.Just*) entre los participantes matriculados en el conservatorio de Mérida (Mérida EP) y los participantes matriculados en los conservatorios de Badajoz (Badajoz SUP y Badajoz EP), y de Almendralejo (Almendralejo EP). Por otra parte, también existen diferencias estadísticamente significativas en el ámbito del sistema o modelo temperado (*Var.total.ET*) entre los participantes matriculados en el conservatorio superior de Badajoz (Badajoz SUP) y los participantes matriculados en los conservatorios de Montijo (Montijo EP) y Cáceres (Cáceres EP). Los mismos resultados, no obstante, sugieren que no existen diferencias significativas entre centros en el ámbito del sistema o modelo pitagórico.

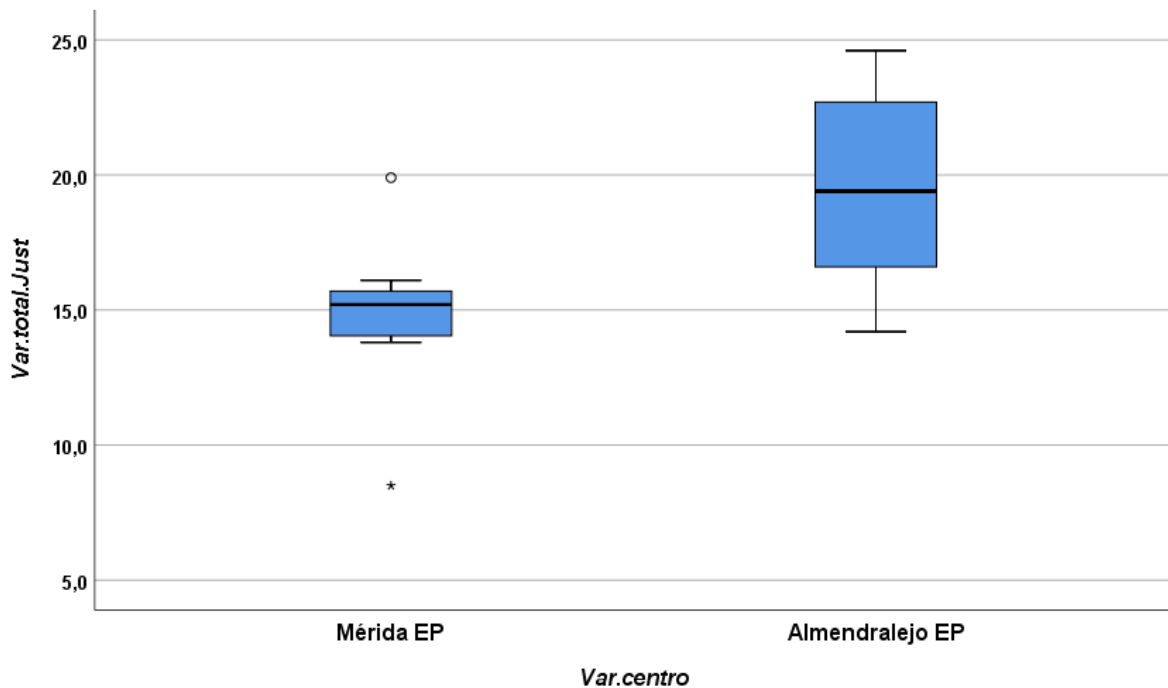
En relación a lo expuesto en el párrafo anterior, las figuras 62, 63, 64, 65 y 66 ilustran las diferencias con significación estadística observadas entre los distintos centros.



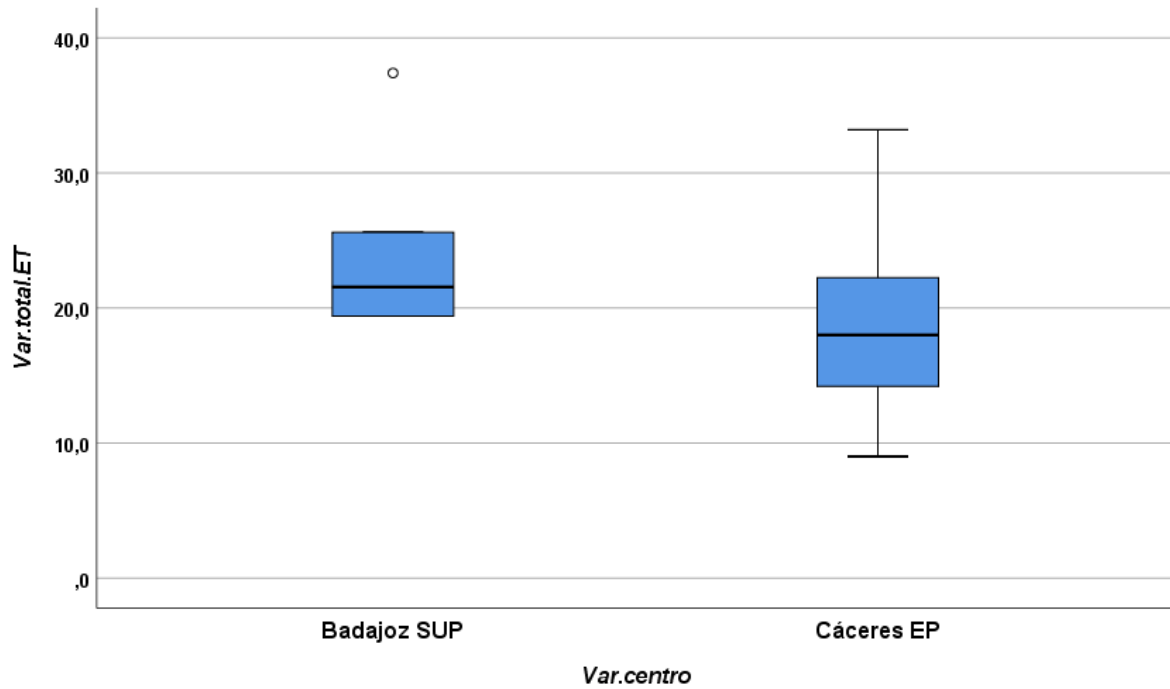
**Figura 62.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.Just* según en los centros de Mérida (Mérida EP) y Badajoz (Badajoz SUP).  
(Elaboración propia).



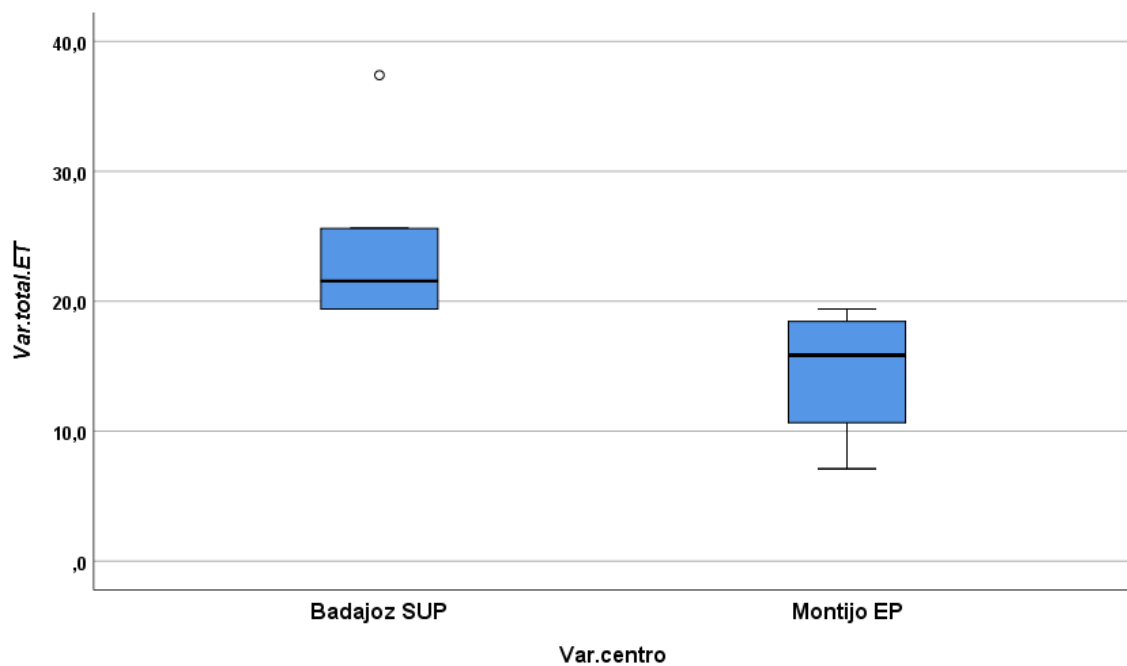
**Figura 63.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.Just* según en los centros de Mérida (Mérida EP) y Badajoz (Badajoz EP). (Elaboración propia).



**Figura 64.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.Just* según en los centros de Mérida (Mérida EP) y Almendralejo (Almendralejo EP). (Elaboración propia).



**Figura 65.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.ET* según en los centros de Badajoz (Badajoz SUP) y Cáceres (Cáceres EP).  
(Elaboración propia).



**Figura 66.** Gráficos de diagramas y cajas con la distribución de los porcentajes de *Var.total.ET* según en los centros de Badajoz (Badajoz SUP) y Montijo (Montijo EP).  
(Elaboración propia).

Así las cosas, podemos afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre algunos centros en el ámbito de algunos modelos o sistemas teóricos de entonación.

### 3.1.6 Pregunta de investigación nº 6: ¿Qué sistema o modelo teórico tiene mayor prevalencia a nivel muestral?

En relación a esta pregunta de investigación, la tabla 27 presenta, en primer lugar, la media, mediana, moda, desviación estándar, rango, y valores máximo y mínimo de toda la muestra en base a tres variables: *Var.total.Just* (porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el sistema puro), *Var.total.ET* (porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el sistema de Temperamento Igual), y *Var.total.Pythag* (porcentaje total de notas correctamente entonadas por cada participante en el sistema pitagórico).

**Tabla 27.** Estadísticos descriptivos de la muestra en función a tres variables: *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*

	<i>Var.total.Just</i>	<i>Var.total.ET</i>	<i>Var.total.Pythag</i>
N	53	53	53
Media	18,706	19,523	20,740
Mediana	19,000	19,400	20,400
Moda	16,1 <sup>a</sup>	14,2 <sup>a</sup>	19,4 <sup>a</sup>
Desviación estándar	5,1507	5,4980	5,8938
Rango	23,7	30,3	25,1
Mínimo	5,2	7,1	7,6
Máximo	28,9	37,4	32,7

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Existen múltiples modas. Se muestra el valor más pequeño.

Tal y como se observa en la tabla, los valores de tendencia central, la media y la mediana, parecen sugerir una prevalencia del sistema o modelo pitagórico sobre los dos sistemas restantes, el puro y el temperado. No obstante, cabría preguntarse si tal prevalencia

es fruto de causas distintas al mero azar, es decir, cabría preguntarse si, a nivel muestral, existe una tendencia a entonar con arreglo a un modelo determinado. A este respecto, es necesario saber si existen diferencias significativas a nivel estadístico entre los valores medios de *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*, siendo la prueba más adecuada para este fin la anteriormente empleada *t de Student*, aunque en su versión para muestras pareadas.

Así las cosas, es necesario someter a prueba la distribución normal de las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*, ya que, de no estar normalmente distribuidas, no podrían emplearse pruebas de carácter paramétrico como la antedicha *t de Student*. En este sentido, la tabla 28 muestra los resultados de las pruebas de normalidad *Kolmogorov-Smirnov* y *Shapiro-Wilk*, que sugieren que los valores de las antedichas tres variables siguen una distribución aproximadamente normal.

**Tabla 28.** Pruebas de normalidad para las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

	<i>Kolmogorov - Smirnov</i> <sup>a</sup>			<i>Shapiro-Wilk</i>			Asimetría
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig. <sup>b</sup>	
<i>Var.total.Just</i>	0,071	53	0,200	0,984	53	0,705	-0,327
<i>Var.total.ET</i>	0,064	53	0,200	0,969	53	0,182	0,558
<i>Var.total.Pythag</i>	0,104	53	0,200	0,977	53	0,403	0,198

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup> Corrección de significación de Lilliefors.

<sup>b</sup> Significación.

Comprobado el supuesto de normalidad, se ha procedido a realizar la antedicha prueba *t de Student* para muestras pareadas, cuyos resultados se exponen en la tabla 29. Tales resultados sugieren que existen diferencias estadísticamente muy significativas entre *Var.total.Just* y *Var.total.Pythag*, y entre *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*. No son estadísticamente significativas, por el contrario, las diferencias entre *Var.total.Just* y *Var.total.ET*.



**Tabla 29.** Prueba *t* de Student para emparejamientos entre las variables *Var.total.Just*, *Var.total.ET* y *Var.total.Pythag*.

	t	gl	Sig. <sup>a</sup> (bilateral)
<i>Var.total.Just</i> & <i>Var.total.ET</i>	-1,451	52	0,153
<i>Var.total.Just</i> & <i>Var.total.Pythag</i>	-3,893	52	0,000
<i>Var.total.ET</i> & <i>Var.total.Pythag</i>	-2,253	52	0,028

*Nota:* Los resultados expuestos en esta tabla se han obtenido a través de *IBM SPSS Statistics 25*.

*Fuente:* Elaboración propia.

<sup>a</sup>Significación

En base a los resultados expuestos en la tabla anterior, podemos afirmar que, a nivel muestral, existe una clara tendencia a entonar conforme al modelo pitagórico, ya que éste es modelo prevalente por causas que no son en ningún caso producto del azar.

Por otro lado, en lo que respecta a los modelos temperado y puro, los resultados no permiten afirmar que haya una prevalencia de uno sobre el otro a nivel muestral, ya que no podemos afirmar que el valor medio del modelo temperado sea más alto que el puro por causas distintas al azar.

### **3.1.7 Pregunta de investigación nº 7: ¿Se ajustan las amplitudes medianas muestrales de los intervalos entonados a las amplitudes que marcan diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?**

Para responder a esta pregunta de investigación, se han analizado todos los intervalos que forman consecutivamente las notas del ejercicio de entonación a interpretar.<sup>318</sup> En este sentido, la figura 67 muestra un recuento de los mismos. Además, dada la relevancia que adquiere la direccionalidad de los intervalos en el estudio de la entonación en el ámbito de la cuerda frotada, se ha distinguido entre intervalos de carácter ascendente y descendente.<sup>319</sup>

<sup>318</sup> Consultar anexo III del presente documento.

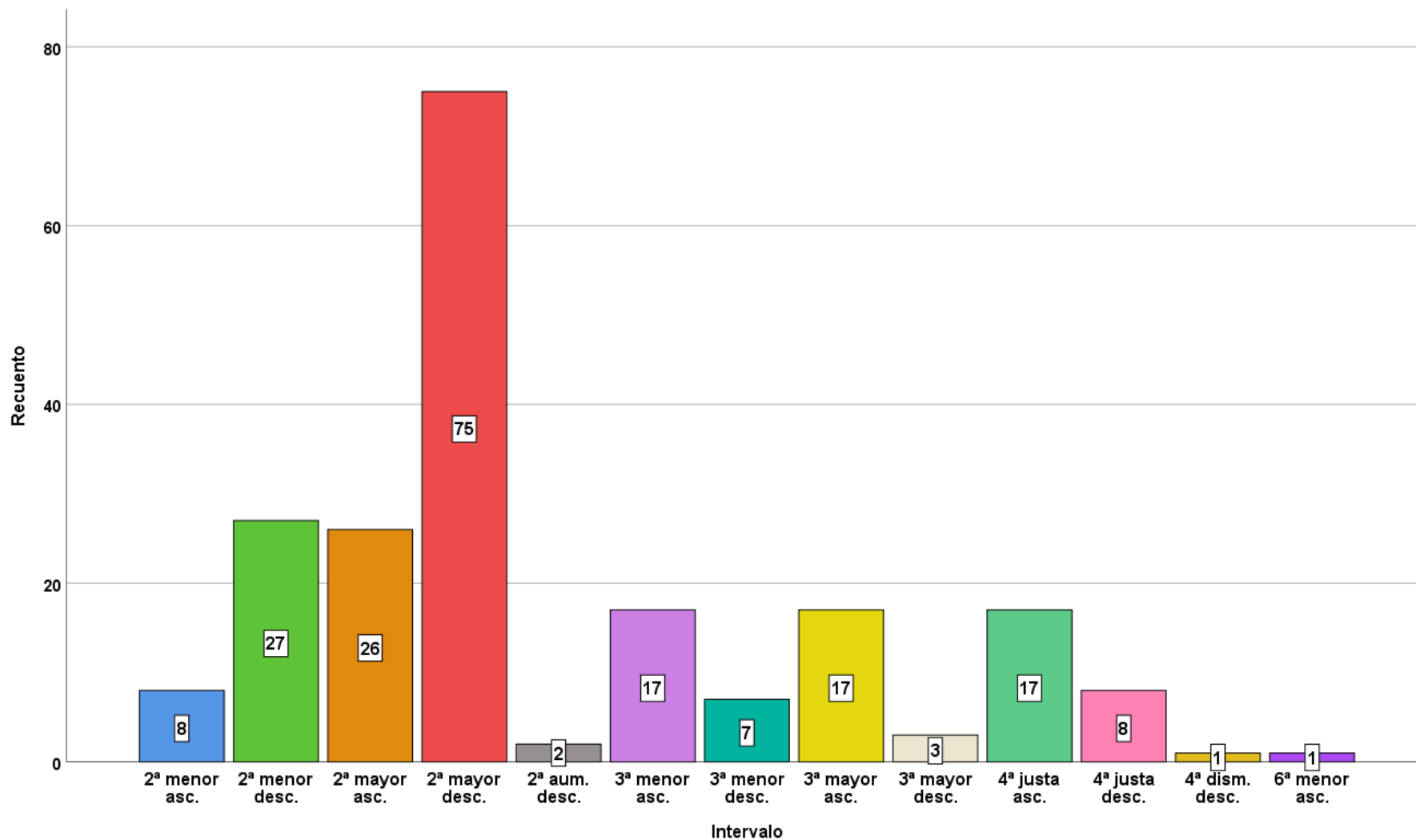
<sup>319</sup> En lo que respecta a la relevancia de la direccionalidad de los intervalos en el estudio de la entonación en el ámbito de la cuerda frotada, consultar Llorens, “Understanding Expressive Intonation”, y Edward M.

Por otra parte, cabe hacer referencia a la forma a través de la cual se han obtenido los valores de amplitud promedios de cada intervalo. Para ello, se han calculado los valores medianos, a nivel muestral, de la variable cuantitativa continua *Var.Freq*, la cual, recordemos, está constituida por las frecuencias expresadas en hercios que ha entonado cada participante. Así pues, y dicho de otra forma, se han obtenido las frecuencias medianas de cada nota del ejercicio de entonación para toda la muestra. La razón por la que se ha optado por la mediana, en lugar de la media, como medida de tendencia central, es la no normalidad de los datos, los cuales arrojaban valores medios en muchos casos sesgados.

Una vez obtenidas las frecuencias medianas para toda la muestra, se ha empleado la fórmula  $c = 1200 \times 3.322038403 \log_{10} (f_2 / f_1)$  para para convertir en *c* las ratios de frecuencia, expresadas en hercios, de los distintos intervalos musicales ascendentes y descendentes que recoge la figura 67. En dicha figura, puede verse cómo el intervalo que aparece con más frecuencia en el ejercicio de entonación es el de 2ª mayor descendente, seguido del de 2ª menor descendente y del de 2ª mayor ascendente. Seguidamente, estarían los intervalos de 3ª menor ascendente, 3ª mayor ascendente y de 4ª justa ascendente. Considerablemente menos frecuentes son los intervalos de 2ª menor ascendente, 4ª justa descendente, 3ª menor descendente, 3ª mayor descendente, 2ª aumentada descendente, 4ª disminuida descendente y 6ª menor ascendente.

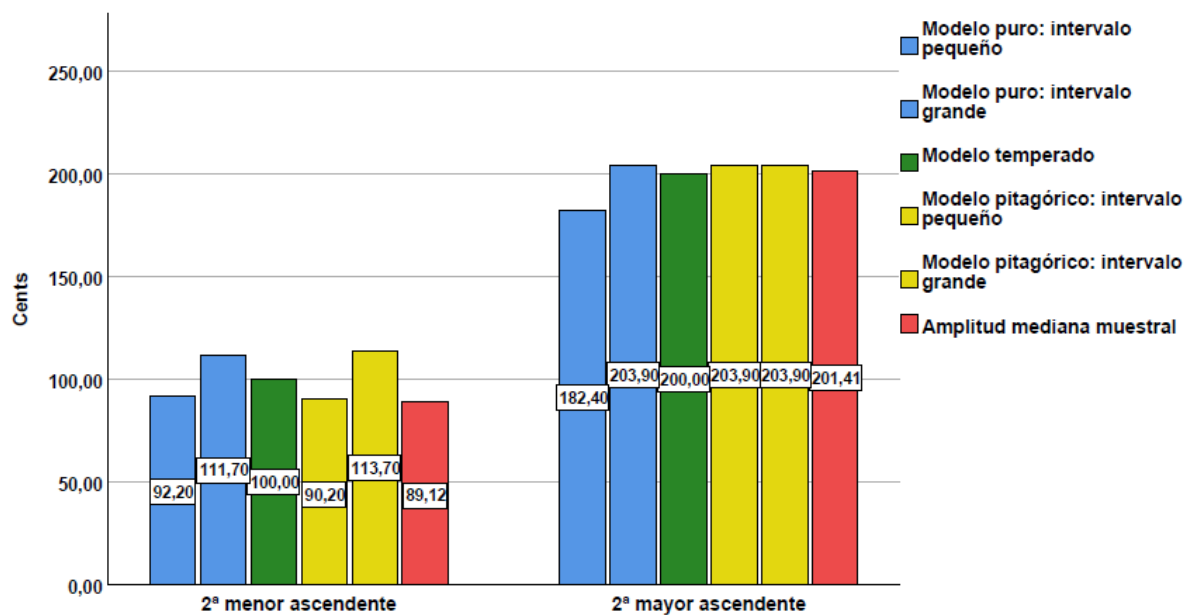
---

Burns, "Intervals, scales, and tuning", en *The Psychology of Music*, ed. Diana Deutsch (Cambridge, MA: Academic Press, 2012), 215-264.



**Figura 67.** Recuento de los distintos intervalos ascendentes y descendentes que forman consecutivamente las notas del ejercicio de entonación a interpretar. (Elaboración propia).

Establecido el recuento de intervalos, las figuras 68 y 69 muestran la amplitud de los distintos tipos de intervalos de segunda, ascendentes y descendentes, que aparecen en el ejercicio, según los modelos teóricos propuestos y la amplitud mediana muestral, en cada caso. Así pues, en la figura 68 puede verse cómo la amplitud mediana muestral de las 2ª menores ascendentes se acerca, con poco más de 1 *c* de diferencia, a la de las 2ª menores “pequeñas” del modelo pitagórico.<sup>320</sup> Por otro lado, la amplitud mediana muestral de las 2ª mayores ascendentes se acerca, también por poco más de 1 *c* de diferencia,<sup>321</sup> a las proporciones de la 2ª mayor temperada.



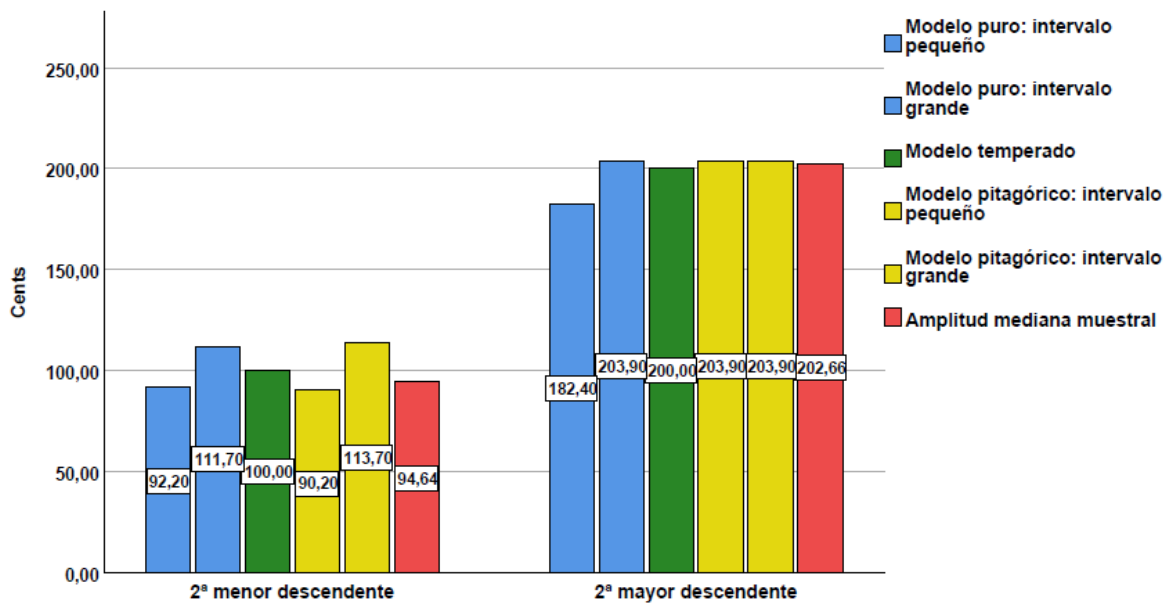
**Figura 68.** Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de segunda ascendentes, según modelo y amplitud mediana muestral. (Elaboración propia).

En el caso de las 2ª menores y mayores descendentes, la figura 69 muestra cómo la amplitud mediana muestral de las 2ª menores se acerca más a la de las 2ª menores “pequeñas” del modelo puro (poco más de 2 *c* de diferencia),<sup>322</sup> mientras que la de las 2ª mayores se acerca más a la del modelo pitagórico y a la del puro (poco más de 1 *c* de diferencia), en este último caso a la versión “grande” del intervalo.

<sup>320</sup> Cabe recordar, aquí, que en modelos como el puro y el pitagórico existen, sin importar la direccionalidad, semitonos mayores y semitonos menores. Asimismo, en el modelo puro existen también tonos mayores y tonos menores. Consultar al respecto la tabla 3, expuesta en el presente documento.

<sup>321</sup> Aquí cabe señalar la posibilidad de que tales diferencias, de poco más de 1 ó 2 *c*, no fueran fácilmente perceptibles incluso por el oído de un músico bien formado. Ver, al respecto, Micheyl, Delhommeau, Perrot, y Oxenham, “Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination”.

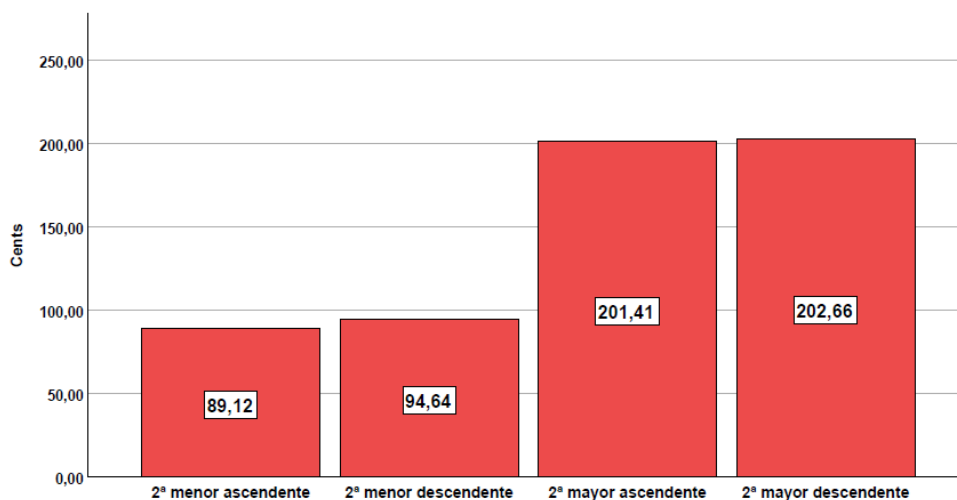
<sup>322</sup> *ibid.*



**Figura 69.** Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de segunda descendentes, según modelo y amplitud mediana muestral. (Elaboración propia).

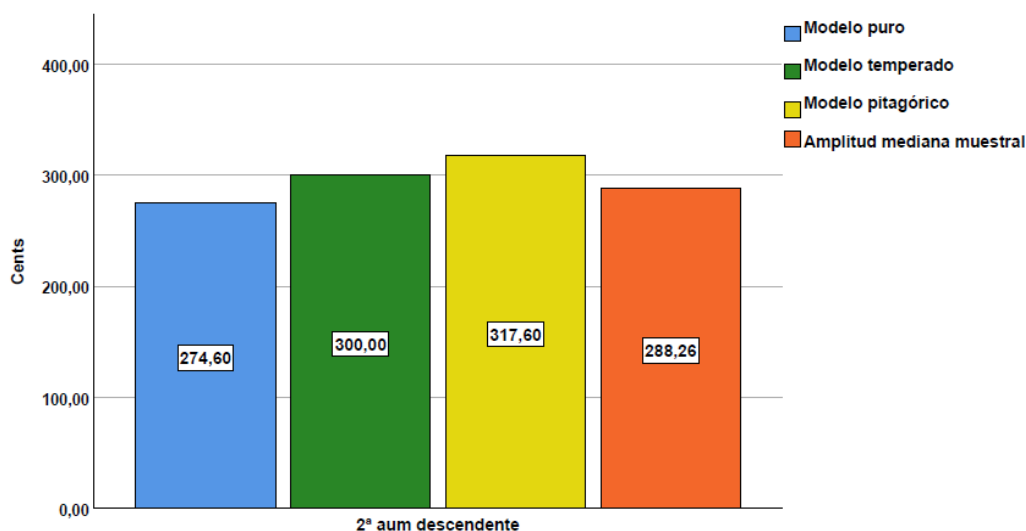
En relación a las dos figuras anteriores, la figura 70 muestra, a modo de resumen, las amplitudes medianas muestrales de los distintos tipos de intervalos de segunda, ascendentes y descendentes. A este respecto, podemos observar diferencias notables a nivel auditivo entre las 2ª menores ascendentes y descendentes, siendo las segundas más de 5 *c* más amplias que las primeras.<sup>323</sup> En el caso de las 2ª mayores, no obstante, la diferencia (poco más de 1 *c*) no sería fácilmente perceptible.

<sup>323</sup> Nótese que 5 *c* excede el margen de  $\pm 4$  *c* que se estableció para determinar si una altura había sido correctamente entonada, siendo además una diferencia muy probablemente perceptible por un músico bien formado. Consultar, nuevamente, Micheyl, Delhommeau, Perrot, y Oxenham, “Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination”.



**Figura 70.** Comparación entre las amplitudes medianas muestrales de las 2ª menores y mayores, según dirección. (Elaboración propia).

Veamos ahora lo que ocurre con la amplitud de los dos únicos intervalos de 2ª aumentada, ambos de carácter descendente, que incluye el ejercicio de entonación. En este sentido, la figura 71 muestra cómo la amplitud mediana muestral se aleja considerablemente de los tres modelos propuestos, si bien parece más cercana al modelo temperado que a cualquiera de los dos modelos restantes.

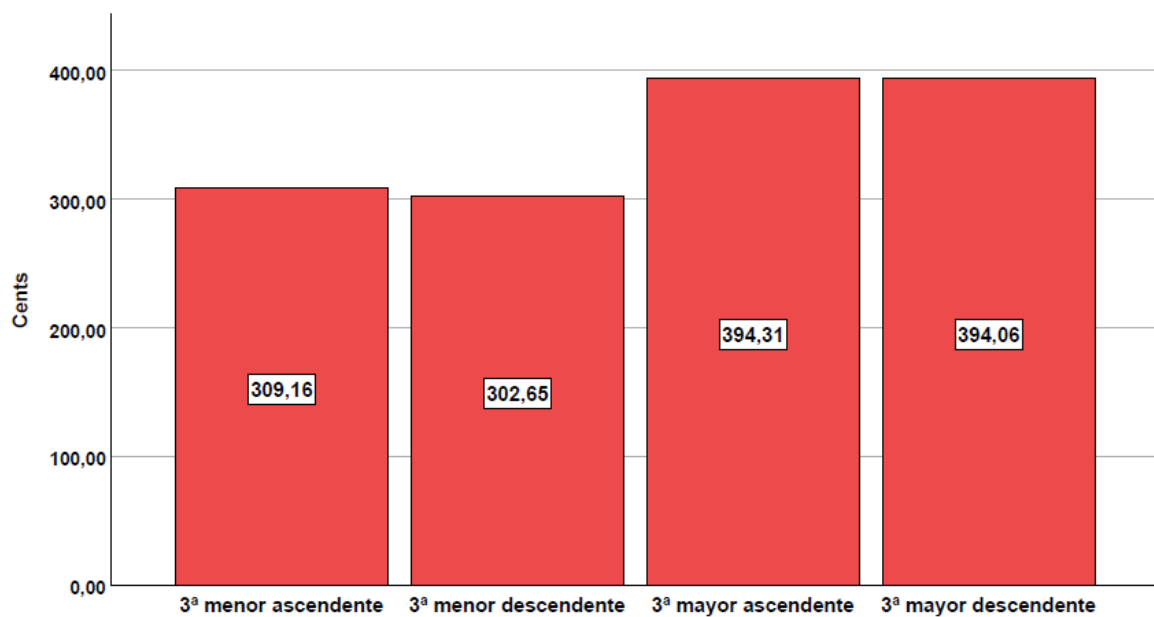


**Figura 71.** Gráfico de barras con la amplitud de los intervalos de 2ª aumentada descendente, según modelo y amplitud mediana muestral. (Elaboración propia).

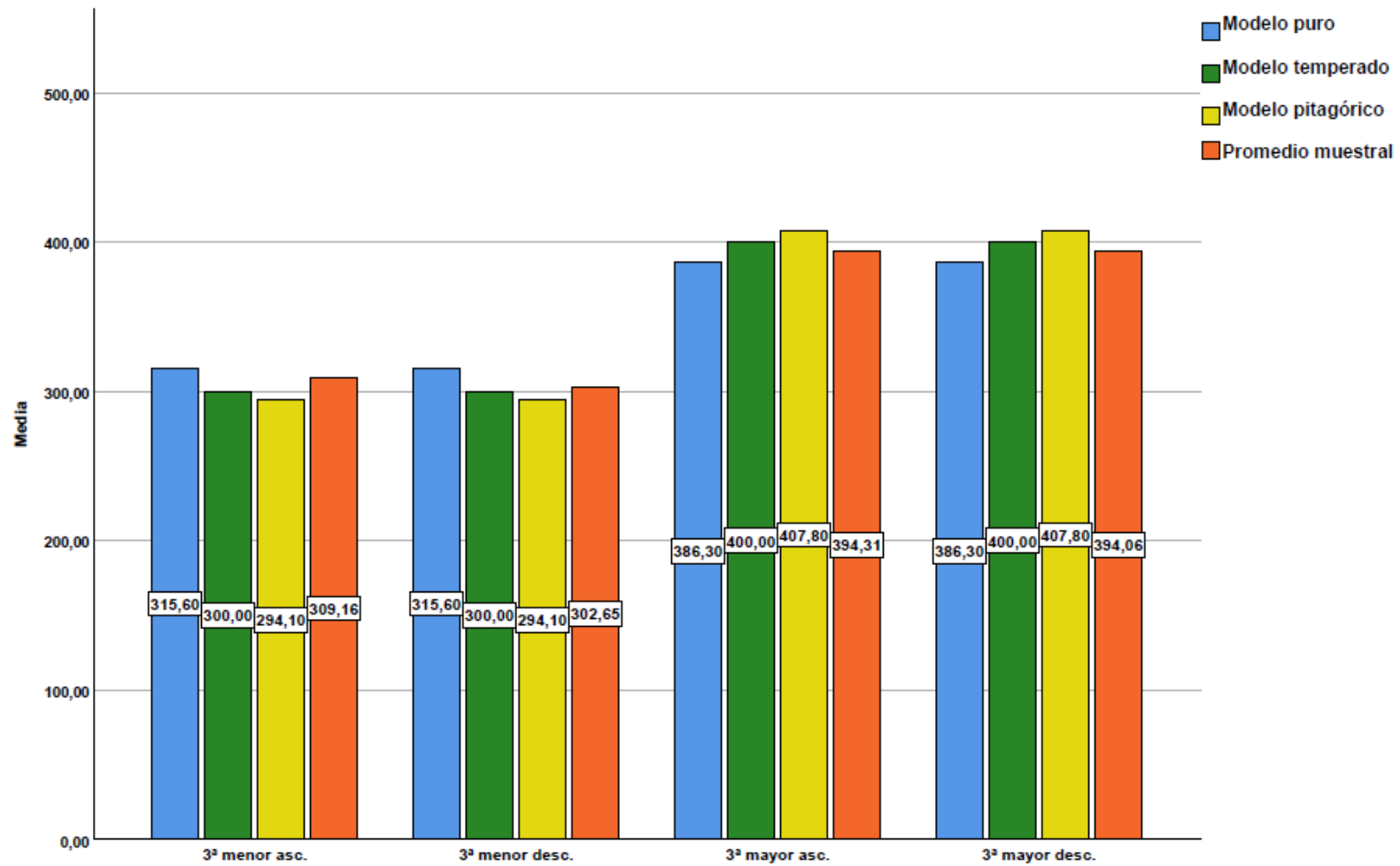
En el caso de los intervalos de tercera, por otra parte, la figura 73 muestra cómo la amplitud mediana muestral de las 3ª menores ascendentes, si bien difiere considerablemente

de las amplitudes marcadas por los tres modelos propuestos, se acerca más a la del modelo puro. Aun así, la amplitud mediana muestral de las 3ª menores ascendentes se ajusta en buena medida al modelo temperado. Así pues, al igual que ocurría con las 2ª menores, cuyas amplitudes medianas muestrales diferían en más de 5 *c* según fueran ascendentes o descendentes, los amplitudes medianas muestrales de las 3ª menores difieren en más de 6 *c* según la dirección del intervalo, tal y como muestra la figura 72.

Asimismo, en lo que respecta a las 3ª mayores, la figura 72 revela cómo las amplitudes medianas muestrales de las versiones ascendente y descendente del intervalo apenas difieren entre sí, acercándose en ambos casos a la amplitud del modelo temperado, tal y como muestra la figura 73.



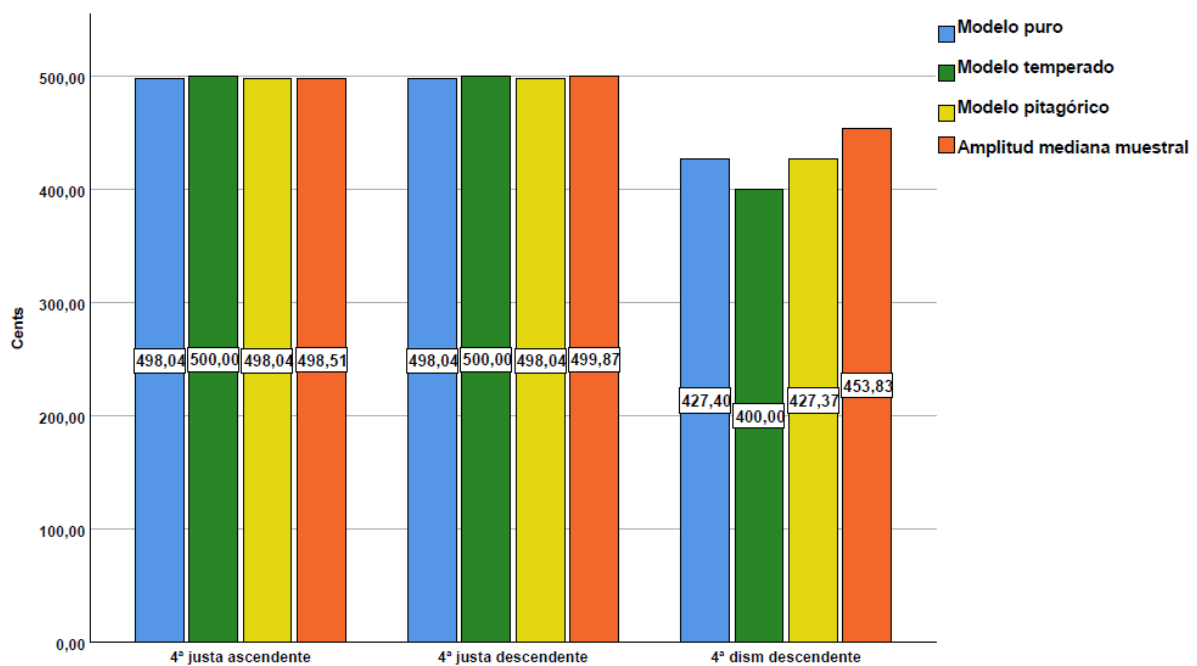
**Figura 72.** Comparación entre las amplitudes medianas muestrales de las 3ª menores y mayores, según dirección. (Elaboración propia).



**Figura 73.** Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de tercera mayor y menor, ascendentes y descendentes, según modelo y amplitud mediana muestral. (Elaboración propia).



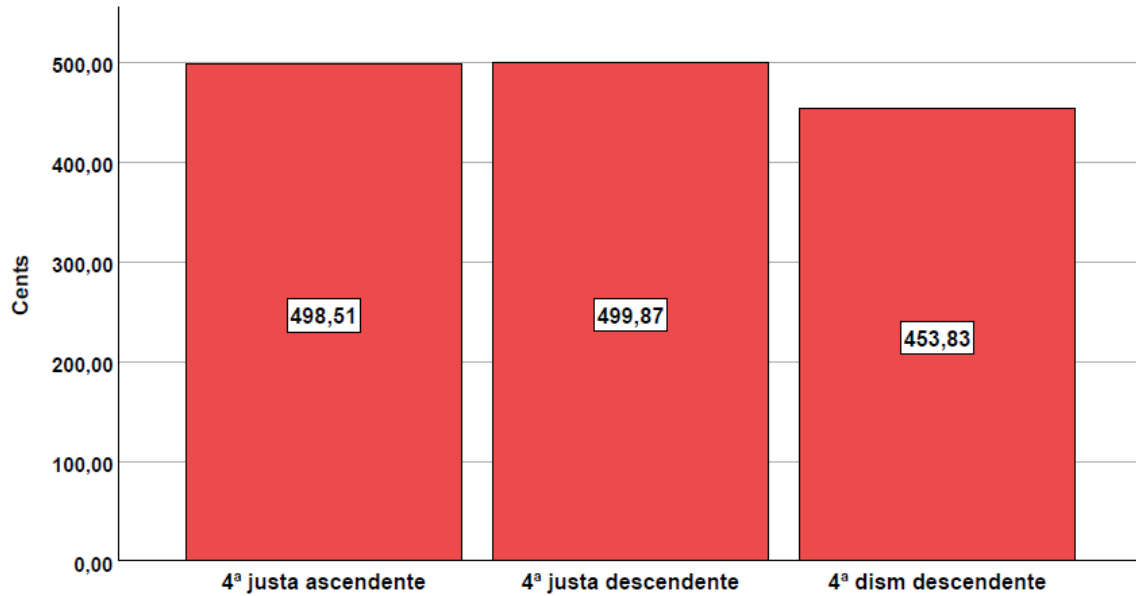
En relación a los intervalos de cuarta, la figura 74 muestra cómo, en el caso de las 4ª justas ascendentes y descendentes, la diferencia entre las amplitudes medianas muestrales y las amplitudes que marcan los modelos propuestos son mínimas, así como también son mínimas las diferencias entre las amplitudes medianas muestrales según la dirección, tal y como muestra la figura 75. En el caso de las 4ª disminuidas, no obstante, se aprecian discrepancias notables de más de 20 c, un abismo a nivel de percepción auditiva,<sup>324</sup> entre la amplitud mediana muestral de este intervalo y las proporciones que se derivan de los tres modelos propuestos.



**Figura 74.** Gráficos de barras con la amplitud de los distintos tipos de intervalos de cuarta, ascendentes y descendentes, según modelo y amplitud mediana muestral.

(Elaboración propia).

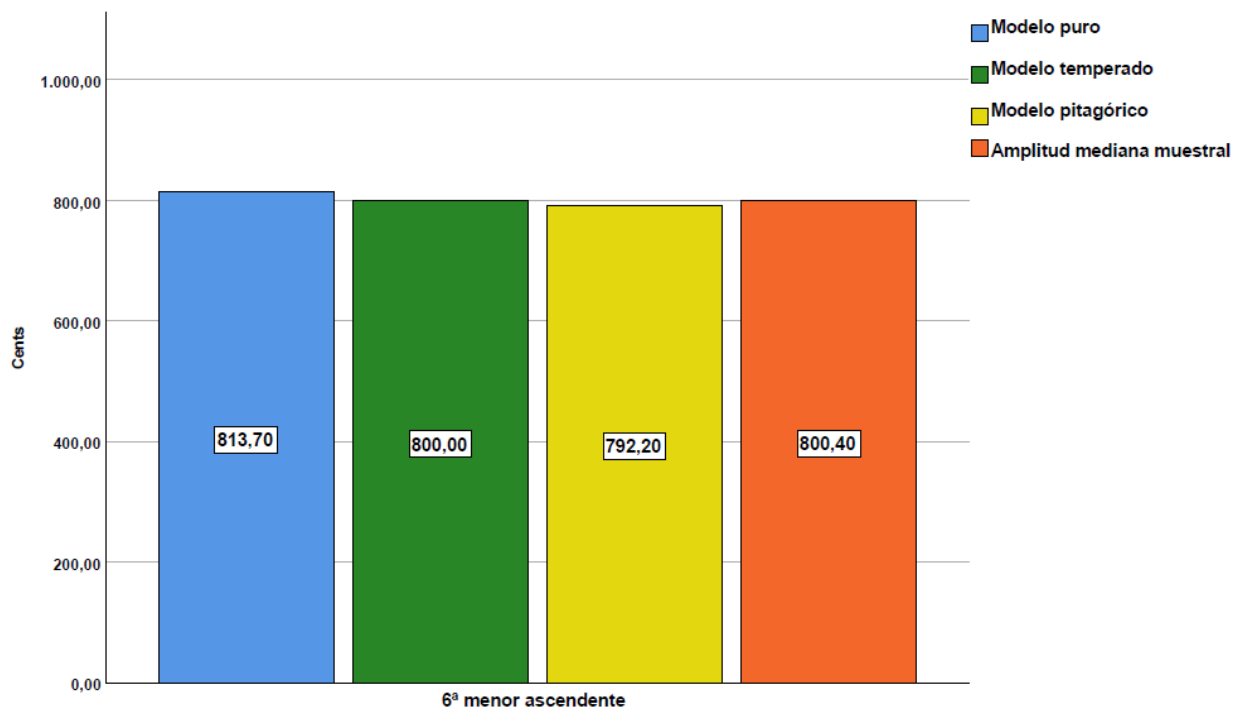
<sup>324</sup> En base a lo expuesto en Micheyl, Delhommeau, Perrot, y Oxenham, “Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination”, una diferencia tal sería perceptible incluso a oídos de alguien sin formación musical.



**Figura 75.** Comparación entre las amplitudes medianas muestrales de las 4ª justas y disminuidas, según dirección. (Elaboración propia).

Finalmente, en lo que respecta a la única 6ª menor ascendente que incluye el ejercicio, la figura 76 revela cómo la amplitud mediana de la misma se ajusta a la amplitud marcada por el modelo temperado, excediendo en algo más de 8 *c* las proporciones del modelo pitagórico y siendo aproximadamente 13 *c* más estrecha en relación al modelo puro.<sup>325</sup>

<sup>325</sup> Nuevamente, diferencias con toda probabilidad perceptibles por el oído de un músico bien formado.



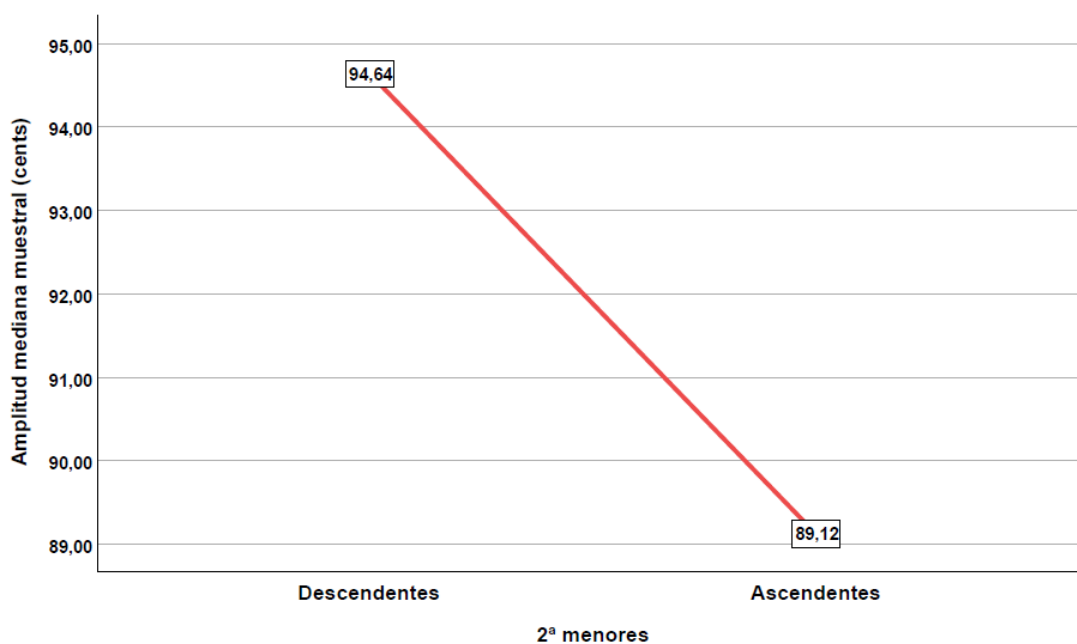
**Figura 76.** Gráfico de barras con la amplitud del intervalo de 6ª menor ascendente, según modelo y amplitud mediana muestral. (Elaboración propia).

En base a todo lo anterior, y en coherencia con el margen de  $\pm 4 c$  que se estableció para determinar si una altura había sido correctamente entonada, podemos afirmar que, a nivel muestral, se ajustan a las proporciones que marcan diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación los intervalos de 2ª menor (ascendente y descendente), 2ª mayor (ascendente y descendente), 3ª menor (descendente), 4ª justa (ascendente y descendente) y 6ª menor (ascendente). En el caso de las 2ª menores ascendentes, éstas se ajustan más a las 2ª menores “pequeñas” del modelo pitagórico, mientras que las 2ª menores descendentes se acercan más a las homónimas “pequeñas” del modelo puro. En lo que concierne a las 2ª mayores, las ascendentes se ajustan mejor al modelo temperado, mientras que las descendentes a los modelos puro (versión “grande” del intervalo) y pitagórico. Por otra parte, las 3ª menores descendentes se aproximan a las proporciones modelo temperado, mientras que las 4ª justas ascendentes se ajustan a los modelos puro y pitagórico, cuyas proporciones son idénticas para dicho intervalo. Las 4ª justas descendentes, por el contrario, parecen acercarse más a las proporciones del modelo temperado, si bien es cierto que, en el caso de los intervalos de 4ª justa, las diferencias entre modelos son mínimas. Finalmente, en relación al único intervalo de 6ª menor ascendente, éste se ajusta claramente a las proporciones del modelo temperado.

### 3.1.8 Pregunta de investigación nº 8: ¿Qué impacto tiene la dirección de un intervalo en la amplitud mediana muestral del mismo?

Para abordar esta cuestión, se han tenido únicamente en cuenta aquellos intervalos recogidos en la figura 67 que presentan un carácter tanto ascendente como descendente. En consecuencia, se han descartado los intervalos que, en el contexto del ejercicio de entonación, presentan una única dirección, a saber: los dos únicos intervalos de 2ª aumentada, ambos descendentes, y los únicos intervalos de 4ª disminuida y de 6ª menor, descendente y ascendente, respectivamente.

Así las cosas, la figura 77 muestra cómo la amplitud mediana muestra de los intervalos de 2ª menor tendió a ser menor cuando dichos intervalos fueron de carácter ascendente. Dicho de otra forma, los intervalos de 2ª menor ascendente tendieron a ser rebajados más de 5 c en relación a sus homónimos descendentes, una rebaja significativa en lo que a la percepción auditiva de un músico formado se refiere.<sup>326</sup>

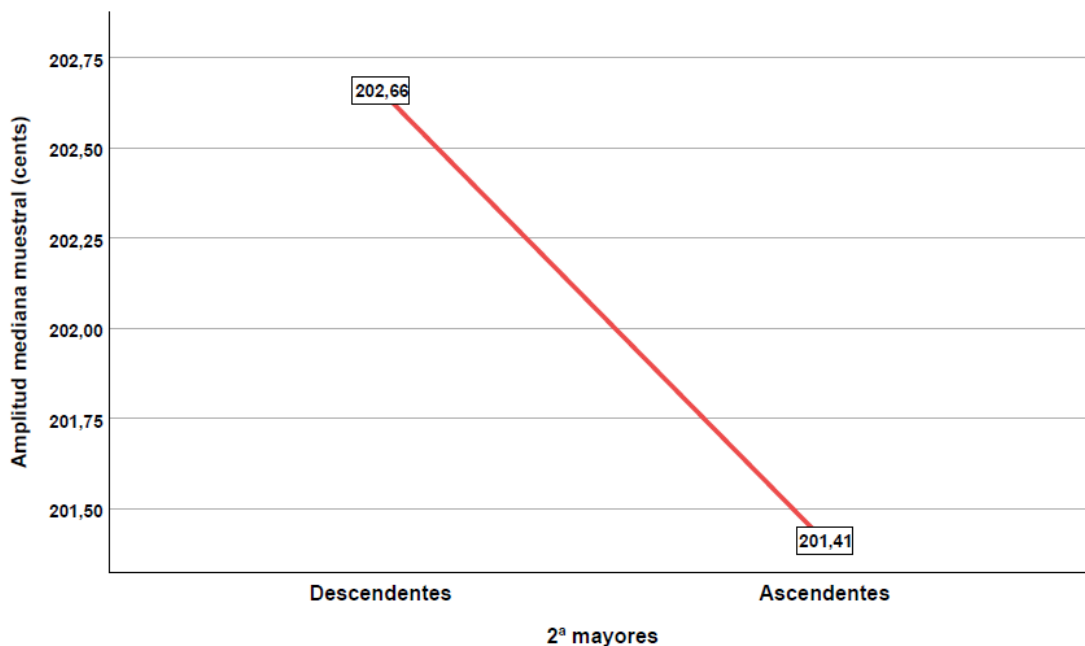


**Figura 77.** Amplitud mediana muestral del intervalo de 2ª menor, según direccionalidad. (Elaboración propia).

Asimismo, en lo que respecta a los intervalos de 2ª mayor ascendentes, la figura 78 muestra cómo la rebaja que experimenta la amplitud mediana muestral en relación a la de sus homónimos descendentes es considerablemente menor que en el caso de la de las 2ª menores.

<sup>326</sup> Consultar, nuevamente, Micheyl, Delhommeau, Perrot, y Oxenham, “Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination”.

Dicha rebaja, más de 1 *c*, si bien podría ser perceptible a oídos de un músico profesional,<sup>327</sup> puede calificarse de despreciable dentro del margen de error de  $\pm 4$  *c* establecido con anterioridad.

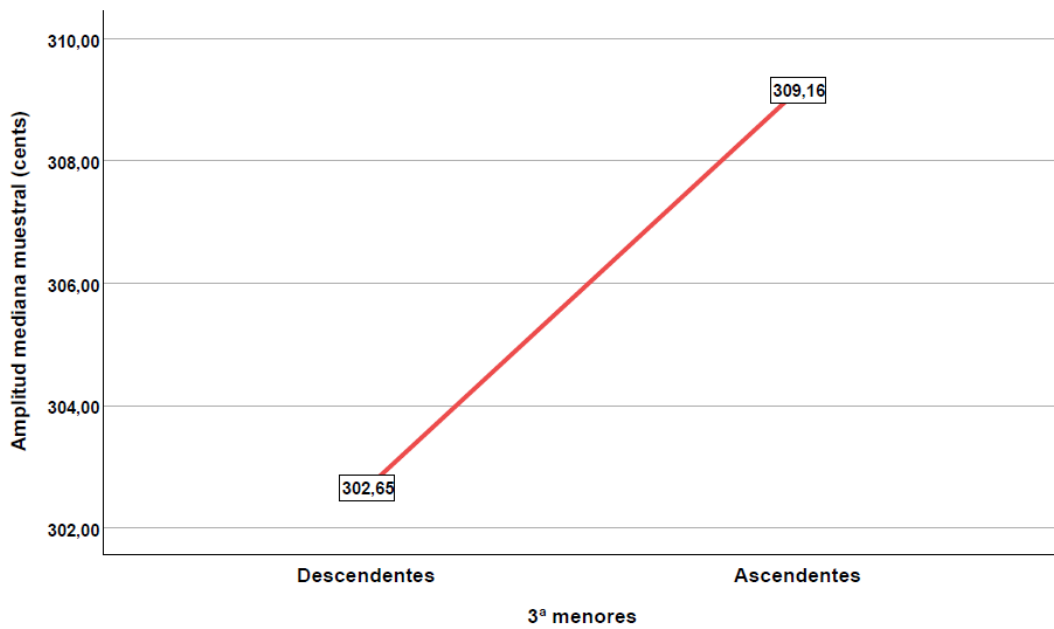


**Figura 78.** Amplitud mediana muestral del intervalo de 2ª mayor, según direccionalidad.  
(Elaboración propia).

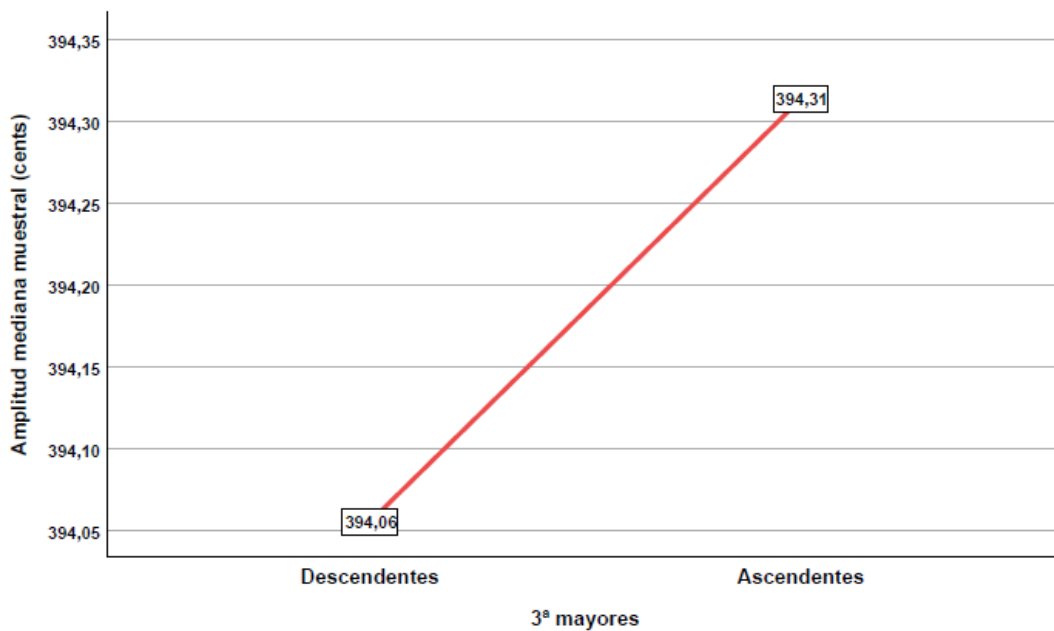
En el caso de las terceras menores y mayores, las figuras 79 y 80 muestran cómo la amplitud mediana muestral de las primeras tendió a aumentar considerablemente (aproximadamente 7 *c*) cuando éstas fueron ascendentes. Del mismo modo, la amplitud mediana muestral de las terceras mayores tendió a aumentar cuando éstas eran ascendentes, si bien dicho aumento, inferior a 1 *c*, es despreciable.

---

<sup>327</sup> *ibid.*



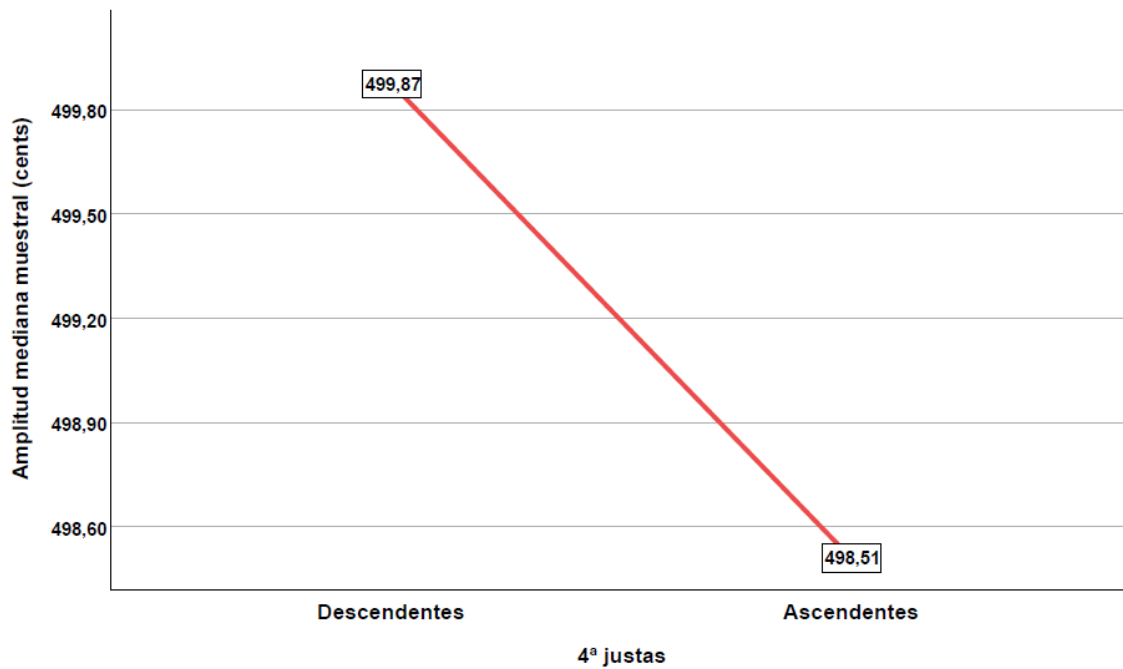
**Figura 79.** Amplitud mediana muestral del intervalo de 3ª menor, según direccionalidad.  
(Elaboración propia).



**Figura 80.** Amplitud mediana muestral del intervalo de 3ª mayor, según direccionalidad.  
(Elaboración propia).

Finalmente, en lo que respecta a los intervalos de 4ª justa, la figura 81 muestra cómo la amplitud mediana muestral de las mismas experimentó una rebaja de algo más de 1 c cuando

éstas fueron ascendentes. Al igual que ocurría con los intervalos de 2ª mayor, tal rebaja, si bien podría ser perceptible, podría calificarse de despreciable en el plano auditivo.



**Figura 81.** Amplitud mediana muestral del intervalo de 4ª justa, según direccionalidad.  
(Elaboración propia).

Así las cosas, y en relación a la pregunta de investigación planteada, podemos afirmar que, en el contexto de la muestra empleada para la presente investigación, la dirección de los intervalos de 2ª menor y 3ª menor tuvo un impacto auditivamente significativo en sus amplitudes medianas muestrales, las cuales experimentaron variaciones de 5.52 *c* y 6.51 *c*, respectivamente. No obstante, en lo que respecta a los intervalos de 2ª mayor, 3ª mayor y 4ª justa, si bien existieron discrepancias en relación a la dirección de los mismos, tales discrepancias, en todos los casos inferiores a 2 *c*, pueden ser calificadas de poco significativas en el plano acústico.





# **CAPÍTULO CUARTO: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**



## 4.1 DISCUSIÓN

A continuación, se procede a la discusión de los resultados presentados en el capítulo anterior. Tal y como se adelantó en dicho capítulo, vertebrarán la discusión las distintas hipótesis de trabajo ( $H_x$ ) planteadas al comienzo de la investigación. En este sentido, cabe recordar que las hipótesis de trabajo guardan una estrecha relación con las preguntas de investigación formuladas, siendo las primeras una suerte de respuesta provisional a las segundas. Así pues, la pregunta de investigación nº 1 se corresponde con  $H_1$ , la nº 2 con  $H_2$ , la nº 3 con  $H_3$ , la nº 4 con  $H_4$ , la nº 5 con  $H_5$ ,  $H_6$  y  $H_7$ , la nº 6 con  $H_8$ , la nº 7 con  $H_9$ , y la nº 8 con  $H_{10}$ .

**4.1.1  $H_1$ : “En la muestra se observarán tendencias de entonación, las cuales se ajustarán, en mayor o menor medida, a los modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación propuestos; respectivamente: el sistema puro o justo, el sistema de Temperamento Igual, y el sistema pitagórico”.**

Respecto a esta primera hipótesis de trabajo, los resultados obtenidos muestran cómo la entonación de todos y cada uno de los participantes se ajusta o podría ajustarse, en mayor o menor medida, a cada uno de los tres modelos teóricos propuestos. En este sentido, un 45.28% de los participantes obtuvo su puntuación más alta en relación al modelo pitagórico, un 32.08% lo hizo en relación al modelo temperado, un 16.98% en relación al modelo puro, y un 5.66% obtuvo las mismas puntuaciones en relación a, al menos, dos modelos.

A lo expuesto en el párrafo anterior, cabría añadir que el 100% de los participantes ( $n = 53$ ) obtuvo puntuaciones superiores al 5% de notas correctamente entonadas en los tres modelos, habiendo sólo 4 casos de participantes que obtuvieron puntuaciones inferiores al 10% en al menos uno de los modelos. Estos resultados no sólo validan la hipótesis planteada sino que sugieren, en primer lugar, una no adscripción a un único sistema o modelo de afinación/entonación por parte de los violinistas que integran la muestra, pudiéndose hablar a este respecto de una mezcla o incluso *collage* de modelos.

Esta suerte de eclecticismo sin ambages en lo que a entonación respecta parece entrar en conflicto con la literatura cimentada, ya sea forma implícita o explícita, en una concepción unidimensional de la entonación, quedando ésta limitada a los parámetros y proporciones de un único sistema o modelo. A este respecto, y en el plano histórico, el caso más evidente es quizás el de Spohr, quien abogaba explícitamente por el uso exclusivo del modelo temperado,

incluso a nivel pedagógico.<sup>328</sup> Asimismo, en el plano académico contemporáneo, cabría destacar a Pérez y a Gallardo, quienes defienden un estudio diario de la entonación a través del afinador electrónico igualmente temperado;<sup>329</sup> a Zabanal, en cuyo estudio para medir el efecto que tenía el uso de notas pedales de acompañamiento en la entonación de una muestra de 20 violinistas y 8 violistas de diversas edades, no sólo se empleó el modelo temperado como única referencia para medir la desviación de la entonación, sino que también se afinaron conforme a dicho modelo las cuerdas de los instrumentos de cada uno de los participantes;<sup>330</sup> a Fernández-Barros *et al.*, quienes en el marco de un proyecto de tutoría entre iguales para el desarrollo de la entonación de alumnos de violín y viola sugieren el uso de un instrumento polifónico como ayuda a la entonación;<sup>331</sup> a Green, quien abogaba por una construcción de la entonación en torno al piano (instrumento igualmente temperado), afirmando en este sentido que “el estándar de lo que es correcto debe quedar grabado en el oído interno durante el primer año de aprendizaje”,<sup>332</sup> y a Watkins, quien en relación al modelo temperado afirma que “se ha convertido en la medida estándar de lo que se considera afinado, y, por consiguiente, su dominio es esencial. Así pues, para el estudiante, el estudio con afinador es indispensable”.<sup>333</sup>

Por otro lado, la entonación ecléctica que evidencian los resultados se ajusta, en el plano histórico, a lo expresado por Joachim y, décadas más tarde, Galamian, quienes entendían la entonación como una realidad mudable y ajustable a las necesidades de cada momento, algo que, en la práctica, implica la adscripción a varios modelos o sistemas de entonación.<sup>334</sup> Del mismo modo, en plano académico contemporáneo, tal *collage* de modelos se ve igualmente

---

<sup>328</sup> Spohr, *Violinschule*, 3.

<sup>329</sup> Pérez, “La afinación”, 2; Gallardo, “La pirámide de afinación”, 265-266.

<sup>330</sup> Zabanal, “Effects”, 54-55.

<sup>331</sup> Fernández-Barros, Villadot, y Durán, “Oídos a Pares”, 8.

<sup>332</sup> Green, *Teaching Stringed Instruments*, 57-58.

<sup>333</sup> En el caso de Watkins, es necesario decir que contempla el uso esporádico de una entonación con fines expresivos, quizás pitagórica, si bien no emplea este último adjetivo. Aun así, de sus palabras se desprende que el único modelo a seguir hoy en día es el modelo temperado. Ver Watkins, “Advanced intonation skills”, 90.

<sup>334</sup> Joachim y Moser, *Violinschule II*, 15-19; Galamian, *Principles*, 22.

reflejado en los resultados y conclusiones de Greene,<sup>335</sup> Nickerson,<sup>336</sup> Loosen,<sup>337</sup> Geringer,<sup>338</sup> y de Brady y Archilla.<sup>339</sup>

En lo que respecta a las diferencias entre las puntuaciones obtenidas por cada participante en el ámbito de cada uno de los tres modelos, así como también a la naturaleza aleatoria o tendencial de tales diferencias, los resultados sugieren que el 32.08% de los participantes (n = 17) mostraron diferencias entre puntuaciones obtenidas en uno y otro modelo por causas con toda probabilidad distintas al puro azar. En otras palabras, 17 participantes mostraron una tendencia más o menos definida hacia un modelo de entonación concreto, si bien no podían descartarse, salvo en un único caso, tendencias, siempre menores, hacia otros modelos.<sup>340</sup> Así pues, de entre estos 17 participantes con una tendencia de entonación más o menos definida, 11 tendieron a una suerte de mezcla entre el modelo pitagórico y otros sistemas, 3 a una suerte de mezcla entre el modelo temperado y otros sistemas, 2 a una suerte de mezcla entre el modelo puro y otros sistemas, y 1 al modelo pitagórico de forma clara, es decir, que si bien también puntuaba en los otros dos modelos, la diferencia entre las puntuaciones de éstos y las obtenidas en relación al modelo pitagórico eran lo suficientemente grandes como para descartar la intervención del azar.

En relación a lo anterior, cabría remitirse, nuevamente, a la literatura expuesta de forma previa, si bien cabría puntualizar que en Nickerson, Loosen y en Geringer las tendencias de entonación se determinaron a partir de las desviaciones medias de una selección de intervalos respecto de un modelo de referencia abstracto: puro, temperado o pitagórico, según el caso. En la presente investigación, no obstante, las tendencias se han determinado a partir de notas individuales categorizadas como afinadas o desafinadas según se estuvieran dentro o fuera de

---

<sup>335</sup> “Los artistas grabados ni tocaron conforme a la escala ‘natural’ ni conforme a la ‘igualmente temperada’. Hubo una tendencia a aproximarse más a la entonación temperada que a la pura”. Ver Greene, “Intonation in Violin performance”, 318.

<sup>336</sup> “Las interpretaciones no se ajustan enteramente a ninguna de las afinaciones [modelos] estudiadas”. Ver Nickerson, “Intonation of solo and ensemble performances”, 595.

<sup>337</sup> “Los resultados sugieren que, cuando las interpretaciones son analizadas teniendo en cuenta el contexto de la escala según la cual se realizaron, las escalas pitagórica e igualmente temperada son, en la misma medida, buenos modelos para la descripción de tales interpretaciones. La entonación pura se ajusta significativamente peor a los datos obtenidos”. Ver Loosen, “Intonation of solo violin performance”, 525.

<sup>338</sup> “Los artistas parecen tener sus propias tendencias a nivel individual, y ninguno de ellos se ajustó sistemáticamente a ningún modelo teórico de entonación”. Ver Geringer, “Eight Artist-Level Violinists”, 51. Igualmente, se recomienda consultar también Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”.

<sup>339</sup> Brady, y Archilla, “¿Tiene sentido el afinador?”.

<sup>340</sup> Consultar figura 41.

un margen común de desviación de  $\pm 4 c$  respecto de tres modelos —puro, temperado o pitagórico—<sup>341</sup> aplicados a la totalidad de un único ejercicio.<sup>342</sup>

#### **4.1.2 H<sub>2</sub>: “Los integrantes de la muestra que presenten tendencias de entonación más o menos definidas tenderán a entonar mejor que aquellos que no presenten tendencias de entonación definidas”.**

En relación a esta hipótesis, cabe recordar que cerca de un tercio de los integrantes de la muestra ( $n = 17$ ) mostraron tendencias de entonación más o menos definidas, mientras que los dos tercios restantes ( $n = 36$ ) no mostraron propensión alguna hacia un modelo o mezcla de modelos determinados. En este sentido, la estadística descriptiva arrojó resultados interesantes: los primeros ( $n = 17$ ) obtenían puntuaciones medias más altas que los segundos ( $n = 36$ ) en los tres modelos teóricos propuestos,<sup>343</sup> por lo que se realizó una prueba *t* para determinar las diferencias entre las puntuaciones medias de un subgrupo y otro era significativas. Los resultados de la prueba *t* fueron concluyentes: los participantes que presentaban tendencias más o menos definidas tendían a entonar mejor que aquellos que no presentaban dichas tendencias.<sup>344</sup>

Creemos que los resultados obtenidos en conexión a esta hipótesis constituyen una de las aportaciones más relevantes y quizás novedosas de esta investigación, pues no se ha encontrado literatura que trate esta cuestión de manera directa. Aun así, parece lógico pensar que el hecho de tender a un modelo o mezcla de modelos implica un cierto grado de sistematización, consciente o inconsciente, de la entonación, lo cual parece a su vez susceptible de traducirse en resultados comparativamente mejores que cuando la entonación sigue un criterio meramente arbitrario. No obstante, cabría preguntarse si las ejecuciones de los integrantes del primer subgrupo ( $n = 17$ ) serían percibidas, de forma general, como más o mejor “afinadas” que las de aquellos integrados en el segundo ( $n = 36$ ). En este sentido, Loosen demostró que la percepción de lo que consideramos “afinado” o “correctamente entonado” puede variar según el tipo de formación musical recibida.<sup>345</sup> Así pues, y en línea con los resultados de Loosen, un pianista podría percibir una línea melódica perfectamente entonada conforme al modelo pitagórico como más desafinada que la misma línea melódica

---

<sup>341</sup> Consultar anexo IV.

<sup>342</sup> Consultar anexo III.

<sup>343</sup> Ver figura 42.

<sup>344</sup> Ver tabla 13.

<sup>345</sup> Loosen, “The effect of musical experience”.

entonada conforme al modelo temperado. Por el contrario, un violinista podría percibir una melodía perfectamente ajustada al modelo temperado como más desafinada que si ésta fuera entonada conforme al modelo pitagórico.<sup>346</sup>

Así las cosas, y si bien podemos considerar la H<sub>2</sub> como validada en el marco de esta investigación, cabe ser prudentes en todo lo que concierne a los potenciales resultados sonoros, pues, tal y como se ha comentado previamente, éstos no tienen por qué depender en exclusiva del grado de ajuste a un modelo o modelos concretos.

#### **4.1.3 H<sub>3</sub>: “Las tonalidades de *sol mayor* y *re mayor* serán las mejor entonadas a nivel muestral, independientemente del modelo o sistema teórico de afinación/entonación propuesto”.**

Para el contraste y posterior validación de esta hipótesis de trabajo, se hallaron los valores medianos de los porcentajes de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito de las distintas tonalidades presentes en el ejercicio a interpretar.<sup>347</sup> Hallados estos valores, se observó que las tonalidades que tendían a obtener puntuaciones medianas altas con arreglo a un modelo concreto, obtenían puntuaciones similarmente altas en los otros dos modelos restantes. Del mismo modo, aquellas tonalidades que tendían a obtener puntuaciones medianas bajas en el ámbito de un modelo determinado, lo hacían también en relación a los otros dos modelos. La constatación estadística de tales observaciones vino de la mano de prueba de *Wilcoxon*, a través de la cual se comprobó que no existían diferencias significativas entre los valores medianos de aciertos en las distintas tonalidades según el modelo o sistema de entonación referencia. En este sentido, las tonalidades mejor entonadas a nivel muestral fueron *sol mayor*, *sol menor*, *re mayor* y *re menor*, y las peor entonadas *si mayor*, *sib menor* y *fa menor*, validándose así la hipótesis de trabajo en cuestión.

En lo referente a esta hipótesis, cabe referirse, casi en exclusiva, a los resultados y conclusiones de Brady y Archilla, quienes, en su estudio acerca del impacto del Temperamento Igual en violinistas de nivel medio y superior, destacaron la coincidencia de *sol mayor*, *sol menor* y *re mayor* como tonalidades mejor entonadas tanto en el sistema puro como en el temperado.<sup>348</sup> Entre las tonalidades peor entonadas, no obstante, si bien estuvo igualmente *si mayor*, no estuvieron ni *sib menor* ni *fa menor*, las cuales obtuvieron

---

<sup>346</sup> *ibid.*

<sup>347</sup> Ver figuras 43, 44, 45, 46 y tabla 14.

<sup>348</sup> Dicha investigación no contempló el modelo pitagórico. Aun así, consultar Brady, y Archilla, “¿Tiene sentido el afinador?”, 114.

resultados considerablemente mejores a pesar de que el ejercicio a interpretar fue similar, si bien no idéntico, al empleado en la presente investigación. Esta pequeña discrepancia en los resultados puede explicarse en base a los instrumentos de recogida de datos empleados en una y otra investigación. Así pues, en Brady y Archilla se empleó el programa *Intonia* como herramienta visual para medir la capacidad de entonación de los integrantes de la muestra, mientras que en la presente investigación se empleó *Praat* para obtener frecuencias exactas que posteriormente fueron procesadas a través de *SPSS* para determinar su grado de ajuste a un modelo determinado.

Volviendo a las tonalidades mejor entonadas, su buena posición bien podría deberse, tal y como se comenta en Brady y Archilla, a que no sólo son muy habituales en el repertorio violinístico, sino que también están entre las primeras tonalidades que se suelen aprender en dicho instrumento.<sup>349</sup> Aun así, no dejan de sorprender los relativamente pobres resultados obtenidos en el ámbito de tonalidades como *mi menor*, de uso igualmente cómodo y común en el violín.

Finalmente, cabría hacer referencia a una idea con cierta recurrencia en la literatura: la supuesta tendencia de los violinistas a contraer los intervalos de 2ª y 3ª menor, y a expandir los intervalos de 3ª mayor, lo que implicaría una cierta propensión hacia el modelo pitagórico en cualquier tonalidad.<sup>350</sup> A este respecto, y sin entrar aún en los resultados obtenidos en relación a la amplitud de los intervalos, cabe resaltar que la suma de los valores medianos de los porcentajes de notas correctamente entonadas por cada participante en el ámbito del modelo pitagórico es considerablemente superior a la suma los mismo valores en los modelos temperado y puro.<sup>351</sup> Esto es indicativo de una tendencia hacia el modelo pitagórico a nivel muestral, si bien los resultados relativos a esta cuestión se discutirán más adelante. En cualquier caso, parece claro que, desde el punto de vista del factor “tonalidad”, no hay diferencias significativas entre modelos a nivel muestral, si bien, ignorando dicho factor, pueden atisbarse diferencias importantes, tal y como se seguirá viendo más adelante.

---

<sup>349</sup> *ibid.*

<sup>350</sup> Consultar, por ejemplo, Greene, “Intonation in Violin performance”, 318; Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”, 72, 83.

<sup>351</sup> Ver tabla 14.



#### 4.1.4 H<sub>4</sub>: “Los integrantes de la muestra que tiendan a entonar mejor en el ámbito de un sistema o modelo teórico, entonarán peor con arreglo a otros modelos”.

El concepto detrás de esta hipótesis de trabajo es el de correlación, más concretamente, el de correlación negativa, es decir, un tipo de correlación en la que cuando una variable aumenta, la otra disminuye y/o viceversa. En este sentido, los resultados de esta investigación sugieren que existe una correlación positiva alta entre los porcentajes de notas correctamente entonadas por cada participante en relación a los tres modelos teóricos propuestos, a saber: puro, temperado y pitagórico.<sup>352</sup> Dicho de otra forma, los integrantes de la muestra que tienden a entonar mejor con arreglo a un sistema o modelo, tienden también a entonar mejor con arreglo a otros modelos, invalidando así esta hipótesis de trabajo.

No sin la debida prudencia, nos atrevemos a afirmar que los resultados y conclusiones revisados en la literatura existente ni confirman ni desmienten los datos obtenidos en relación a esta hipótesis. Así pues, observamos que en la literatura en la que se aborda el fenómeno de la entonación desde un punto de vista descriptivo o inferencial no se aborda esta cuestión, al menos de forma inequívoca. A este respecto, los trabajos de los anteriormente citados Greene,<sup>353</sup> Nickerson,<sup>354</sup> Loosen<sup>355</sup> y Geringer<sup>356</sup> no parecen sugerir de forma directa que una propensión hacia un modelo implica igualmente una propensión, si bien menor, a otro. No obstante, cabe resaltar aquí una de las conclusiones a las que se llegó en Loosen tras analizar las distintas ejecuciones de una escala de *do mayor* de tres octavas, en sentido ascendente y descendente, por parte de ocho violinistas profesionales: “las ejecuciones se ajustan casi igual de bien tanto al modelo pitagórico como al temperado”.<sup>357</sup> De ello, si bien de forma indirecta, podría desprenderse que una tendencia hacia el modelo pitagórico implica a su vez una tendencia hacia el modelo temperado y viceversa, tal y como reflejan los resultados de esta investigación. Asimismo, en Geringer se apuntó que las diferencias máximas entre el modelo temperado y el pitagórico son de entre 6 y 8 *c*, lo cual hace difícil una distinción auditiva de ambos modelos. Esto podría explicar, a su vez, el alto grado de correlación positiva que, en el marco de la presente investigación, se observa entre ambos sistemas.

---

<sup>352</sup> Consultar tabla 17, y figuras 47, 48, 49, 50, 51 y 52.

<sup>353</sup> Greene, “Intonation in Violin performance”.

<sup>354</sup> Nickerson, “Intonation of solo and ensemble performances”.

<sup>355</sup> Loosen, “Intonation of solo violin performance”.

<sup>356</sup> Geringer, “Eight Artist-Level Violinists”; Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”.

<sup>357</sup> Loosen, “Intonation of solo violin performance”, 537.

Por otro lado, la igualmente alta correlación positiva observada entre el modelo puro y, respectivamente, el temperado y el pitagórico es en cierto modo sorprendente dada las diferencias, algunas de ellas muy importantes, entre las amplitudes de los intervalos que se derivan de cada uno de los sistemas. A este respecto, y aunque *a priori* parece difícil que una propensión hacia el sistema pitagórico o al temperado se traduzca en una tendencia, si bien menor, al sistema puro, tenemos una posible explicación: la recurrencia, en el ejercicio de entonación a interpretar, de intervalos cuya amplitud apenas difiere de un modelo a otro. Hablamos, pues, de los intervalos de 2ª mayor, cuyas versiones pura grande, y pitagórica son idénticas y no difieren del modelo temperado en más de 4 *c*; y de los intervalos de 4ª justa, idénticos en los modelos puro y pitagórico, y diferentes del modelo temperado en poco menos de 2 *c* hacia abajo.

Así las cosas, y si bien parece que la tendencia a un modelo de entonación puede implicar una tendencia, si bien menor, a otro, es necesario tener en cuenta las amplitudes que adoptan los intervalos en virtud a diferentes modelos de afinación/entonación. En este sentido, la correlación observada en el ámbito de los modelos pitagórico y temperado parece corresponderse con las conclusiones que se desprenden de la literatura revisada, si bien las correlaciones observadas entre los modelos puro y pitagórico, y puro y temperado podrían ser espurias en tanto en cuanto se basan, en cierta medida, en intervalos de amplitudes similares en los ámbitos de los tres modelos propuestos.

#### **4.1.5 H<sub>5</sub>: “Los integrantes de la muestra matriculados en cursos más altos entonarán mejor a nivel promedial que los integrantes matriculados en cursos más bajos”.**

En lo que respecta a esta hipótesis de trabajo, los resultados obtenidos sugieren la existencia de una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre el nivel académico de los participantes, entendido éste como el curso en el que estaban matriculados, y el porcentaje de notas correctamente entonadas con arreglo al modelo puro.<sup>358</sup> Los mismos resultados, sin embargo, sugieren la ausencia de correlación entre el nivel académico y los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a, respectivamente, el modelo temperado y el pitagórico. Así pues, tales resultados invalidan, al menos parcialmente, la hipótesis planteada, pues en el marco de la muestra estudiada no podemos afirmar que los integrantes matriculados en cursos más avanzados tendieran a entonar mejor que aquellos matriculados en cursos más bajos. Aun así, parece existir una tendencia en virtud de la cual

---

<sup>358</sup> Ver tabla 19, y figura 53.

los participantes matriculados en cursos superiores parecen entonar mejor en el ámbito del modelo puro que aquellos matriculados en cursos inferiores.

Los resultados obtenidos en el marco de la presente hipótesis son, quizás, llamativos, pues, si aceptamos el curso académico como un indicador, entre otros, de la competencia y solvencia general de un estudiante de violín en el ámbito de su instrumento, no sería del todo descabellado esperar una entonación por lo general más definida o más cercana a los distintos modelos teóricos a medida que avanzan los cursos. No obstante, existen evidencias de que, más que el curso, es la cantidad y/o tipo de práctica lo que define al violinista competente.<sup>359</sup> En este sentido, los resultados quizás no sean tan singulares como en un principio cabría pensar, ya que no puede asumirse que los alumnos matriculados en cursos superiores practiquen la entonación, entre otras habilidades o destrezas de tipo violinístico, más y/o mejor que aquellos alumnos matriculados en cursos más bajos. Así pues, en relación a la única correlación observada, cabría tomar los resultados con cierta prudencia.

No obstante lo anterior, hay evidencias de que la entonación de un instrumentista tiende a volverse más precisa a medida que éste acumula años de experiencia en la práctica de su instrumento.<sup>360</sup> En este sentido, y centrándonos en nuestra investigación, tampoco sería del todo descabellado tomar el curso académico como indicador de la experiencia acumulada de los participantes en la práctica del violín. Esto, unido al hecho de que diversos estudios referentes a la entonación en el ámbito del violín sitúan al modelo puro en una posición de menor prevalencia respecto a los modelos temperado y pitagórico,<sup>361</sup> lleva a preguntarse si la correlación moderada que, en el ámbito de la muestra estudiada, se observa entre el curso y el porcentaje de notas entonadas con arreglo al sistema puro no se debe a un mejor conocimiento, consciente o inconsciente, de dicho modelo por parte del estudiante; un conocimiento derivado, a su vez, de una mayor experiencia en la práctica del violín, adquirida, presumiblemente, con el paso de los años.

---

<sup>359</sup> Consultar, por una parte, Ericsson, Krampe, y Tesch-Römer, “The Role of Deliberate Practice”; y, por otra, Brooke Macnamara, y Megha Maitra, “The role of deliberate practice in expert performance: revisiting Ericsson, Krampe & Tesch-Römer (1993)”, *Royal Society Open Science* 6, nº 8 (agosto, 2019): 1-19, <https://doi.org/10.1098/rsos.190327>.

<sup>360</sup> Consultar Cornelia Yarbrough, Steven J. Morrison, y Brant Karrick, “The Effect of Experience, Private Instruction, and Knowledge of Directional Mistunings on the Tuning Performance and Perception of High School Wind Players”, *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, nº 134 (otoño 1997): 31-42, <http://www.jstor.org/stable/40318878>.

<sup>361</sup> Consultar Greene, “Intonation in Violin performance”, Nickerson, “Intonation of solo and ensemble performances”, Loosen, “Intonation of solo violin performance”, Geringer, “Eight Artist-Level Violinists”, y Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”.

#### 4.1.6 H<sub>6</sub>: “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, no habrá diferencias significativas en la entonación de los sujetos en función de su sexo”.

En el marco de la muestra estudiada, se observa que los valores medios de los porcentajes de notas correctamente entonadas en, respectivamente, el modelo puro, temperado y pitagórico son más altos cuando los participantes son mujeres, y más bajos cuando se trata de hombres.<sup>362</sup> *A priori*, esto podría achacarse a que el 71.7% de la muestra la componen mujeres, mientras que los hombres sólo representan el 28.3% restante.<sup>363</sup> Sin embargo, pudieron asumirse varianzas iguales para ambos grupos,<sup>364</sup> lo cual, unido al cumplimiento del supuesto de distribución normal de los datos en uno y otro grupo, permitió la realización de una prueba *t* para determinar si las diferencias observadas eran o no significativas a nivel estadístico. A este respecto, los resultados sugieren una validación de la hipótesis planteada, pues no se observaron diferencias significativas entre los valores medios de los porcentajes de notas correctamente entonadas por uno y otro grupo en, respectivamente, los tres modelos propuestos.<sup>365</sup>

Los resultados expuestos con anterioridad no constituyen quizás sorpresa alguna, si bien existen evidencias de que los cerebros de los hombres y las mujeres procesan la información de tipo musical de manera distinta.<sup>366</sup> Además, cabe resaltar que incluso hay evidencias, circunscritas al ámbito de la educación primaria, de que el seguimiento de un modelo infantil o femenino, en oposición a uno masculino, a la hora de cantar puede resultar en una entonación más precisa de ciertos intervalos, más concretamente, el de 3ª menor.<sup>367</sup> Aun así, no parece haber indicios de que tales situaciones se reproduzcan, necesariamente, en el ámbito del violín.

---

<sup>362</sup> Ver figura 56.

<sup>363</sup> Ver figura 5.

<sup>364</sup> Ver tabla 21.

<sup>365</sup> Ver tabla 22.

<sup>366</sup> Consultar, al respecto, Stefan Koelsch, Burkhard Maess, Tobias Grossmann, y Angela D. Friederici, “Electric brain responses reveal gender differences in music processing”, *Neuroreport* 14, n° 5 (abril 2003): 709-713, <https://doi.org/10.1097/00001756-200304150-00010>.

<sup>367</sup> Cornelia Yarbrough, Georgia Green, Wilma Benson, and Judy Bowers, “Inaccurate Singers: An Exploratory Study of Variables Affecting Pitch-Matching”, *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, n° 107 (invierno 1991): 23–34, <http://www.jstor.org/stable/40318418>.

#### 4.1.7 H<sub>7</sub>: “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, existirán diferencias significativas en la entonación de los sujetos en relación a su centro de estudios”.

En lo relativo a esta hipótesis de trabajo, los resultados hallados sugieren la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el ámbito del modelo puro entre los participantes matriculados en el conservatorio de Mérida (Mérida EP) y los participantes matriculados en los conservatorios de Badajoz (Badajoz SUP y Badajoz EP), y de Almendralejo (Almendralejo EP).<sup>368</sup> Asimismo, existen diferencias estadísticamente significativas en el ámbito del sistema o modelo temperado (*Var.total.ET*) entre los participantes matriculados en el conservatorio superior de Badajoz (Badajoz SUP) y los participantes matriculados en los conservatorios de Montijo (Montijo EP) y Cáceres (Cáceres EP).<sup>369</sup>

Así las cosas, podemos afirmar que, en el contexto de la muestra estudiada, existen diferencias significativas en la entonación de los sujetos en relación a su centro de estudios, si bien tales diferencias sólo se observan entre algunos centros de estudios, no todos, y sólo en el contexto de algunos modelos, a saber: el puro y el temperado. A este respecto, cabe resaltar la ausencia de diferencias significativas entre centros en el ámbito del sistema o modelo pitagórico. En el ámbito del modelo puro, no obstante, se atisban diferencias entre tres parejas de centros, y únicamente entre dos en relación al temperado.

Una vez más, cabe preguntarse el porqué de estas diferencias, y hasta qué punto la pertenencia a un determinado centro de estudios puede condicionar la entonación de un individuo en relación a uno o varios modelos teóricos de afinación/entonación. En este sentido, sabemos que la habilidad que conocemos como entonación es producto de una serie de sub-habilidades —discriminación, reconocimiento y reproducción de alturas, y la afinación del instrumento son sólo algunos ejemplos— que se ven condicionadas, a su vez, por factores como la experiencia musical.<sup>370</sup> En este sentido, creemos que no es del todo descabellado afirmar que el cursar estudios en un centro de estudios concreto, con las implicaciones que eso tiene en el ámbito de la instrucción individual y/o colectiva, es un condicionante importante de la experiencia musical de un individuo. En consecuencia, no

---

<sup>368</sup> Ver tabla 26, y figuras 62, 63 y 64.

<sup>369</sup> Ver tabla 26, y figuras 65 y 66.

<sup>370</sup> Steven J. Morrison, y Janina Fyk, “Intonation”, en *The Science & Psychology of Music Performance: Creative Strategies for Teaching and Learning*, editado por Richard Parncutt, y Gary E. McPherson (Oxford: Oxford University Press, 2002), 183.

sería enteramente extravagante afirmar que la pertenencia a un centro de estudios determinado puede influir en la entonación de un violinista.

La idea expresada en el párrafo anterior, unida a los datos recolectados y discutidos previamente, nos invita a considerar la hipótesis en cuestión como válida, al menos parcialmente. Aun así, la total ausencia de diferencias significativas en lo que al modelo pitagórico se refiere es en cierto modo desconcertante, si bien la aparente prevalencia que tienen este modelo en la práctica del violín podría, quizás, explicar en parte dicha situación.

#### **4.1.8 H<sub>8</sub>: “El sistema o modelo pitagórico tendrá mayor prevalencia a nivel muestral que otros modelos”.**

La validación de esta hipótesis de trabajo se ha insinuado, quizás, con anterioridad. Aun así, cabe hacer mención a los datos obtenidos en este sentido, los cuales muestran una inclinación general de los integrantes de la muestra a entonar conforme al modelo pitagórico.<sup>371</sup> Dicha inclinación es, además, producto de una tendencia clara y significativa a nivel estadístico, tal y como sugieren los resultados de la prueba *t* realizada, la cual arroja diferencias muy significativas entre los porcentajes de notas correctamente entonadas en relación al modelo pitagórico y, respectivamente, los dos modelos restantes.<sup>372</sup>

Los resultados obtenidos en relación a esta hipótesis de trabajo tienen una correspondencia evidente con aquellos obtenidos en el marco de otras investigaciones similares e igualmente vinculadas al ámbito del violín. A este respecto, son varios los trabajos que han señalado la inclinación de determinados violinistas a entonar conforme al modelo pitagórico en actuaciones sin acompañamiento,<sup>373</sup> en actuaciones con piano<sup>374</sup> y en el contexto de un cuarteto de cuerda.<sup>375</sup> Asimismo, en el plano de la psicoacústica y la percepción, hay evidencias de que los violinistas tienden a percibir como más afinadas las escalas construidas estrictamente conforme al modelo pitagórico, y como peor afinadas aquellas construidas en base al modelo temperado.<sup>376</sup>

Así las cosas, damos por validada la presente hipótesis.

---

<sup>371</sup> Ver tabla 27.

<sup>372</sup> Ver tabla 29.

<sup>373</sup> Greene, “Intonation in Violin performance”; Loosen, “Intonation of solo violin performance”; y Geringer, “Eight Artist-Level Violinists”.

<sup>374</sup> Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”.

<sup>375</sup> Nickerson, “Intonation of solo and ensemble performances”.

<sup>376</sup> Loosen, “The effect of musical experience”.

#### 4.1.9 H<sub>9</sub>: “Las amplitudes medianas muestrales de ciertos intervalos se ajustarán a las amplitudes que se derivan de los diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación”.

En relación a esta hipótesis de trabajo, cabe recordar que los resultados obtenidos se desdoblaron según los intervalos estudiados fueran ascendentes o descendentes. Así pues, en el ámbito de los intervalos ascendentes que presenta el ejercicio de entonación recogido en el anexo III del presente documento, los resultados sugieren, en primer lugar, que las 2<sup>a</sup> menores se ajustaron al modelo pitagórico, más concretamente, a la versión “pequeña” del intervalo en el marco de dicho sistema;<sup>377</sup> en segundo lugar, que las 2<sup>a</sup> mayores se ajustaron razonablemente bien al modelo temperado;<sup>378</sup> en tercer lugar, que las 4<sup>a</sup> justas se ajustaron más a los modelos puro y pitagórico —ambos con proporciones idénticas para dicho intervalo— que al modelo temperado;<sup>379</sup> y en último lugar, que el único intervalo de 6<sup>a</sup> menor se ajustó sin ambages a las proporciones del modelo temperado.<sup>380</sup> No obstante, en lo que respecta a los intervalos ascendentes de 3<sup>a</sup> menor y 3<sup>a</sup> mayor, ninguno de éstos se ajustaron de forma clara a ninguno de los modelos propuestos, si bien cabe destacar que, en el caso de las 3<sup>a</sup> menores, su amplitud mediana superó a la de los modelos temperado y pitagórico, manteniéndose aun así lejos de los valores del modelo puro. Las 3<sup>a</sup> mayores, por el contrario, no superaron en amplitud a los antedichos modelos, pero se mantuvieron asimismo lejos de los valores puros.<sup>381</sup>

Por otro lado, en lo que respecta a los intervalos descendentes que presenta el ejercicio de entonación, las 2<sup>a</sup> menores se ajustaron a sus homónimas “pequeñas” del modelo puro,<sup>382</sup> las 2<sup>a</sup> mayores a los modelos puro (versión “grande” del intervalo) y pitagórico,<sup>383</sup> y las 3<sup>a</sup> menores y 4<sup>a</sup> justas a las proporciones modelo temperado.<sup>384</sup> No obstante, los intervalos descendentes de 2<sup>a</sup> aumentada, 3<sup>a</sup> mayor y 4<sup>a</sup> disminuida no mostraron aproximaciones claras a ninguno de los modelos, presentando las 3<sup>a</sup> mayores un amplitud mediana menor que la que marcan los modelos temperado y pitagórico, las 2<sup>a</sup> aumentadas una amplitud llamativamente

---

<sup>377</sup> Ver figura 68.

<sup>378</sup> *ibid.*

<sup>379</sup> Ver figura 74.

<sup>380</sup> Ver figura 76.

<sup>381</sup> Ver figura 73.

<sup>382</sup> Ver figura 69.

<sup>383</sup> Ver figura 69.

<sup>384</sup> Ver figuras 73 y 74.

inferior a la de los modelos pitagórico y temperado, y las 4ª disminuidas una amplitud notablemente mayor a la marcada por cualquiera de los tres modelos propuestos.<sup>385</sup>

Los resultados expuestos con anterioridad coinciden parcialmente con la literatura publicada. Entre las discrepancias más notables, cabría destacar las amplitudes de los intervalos de 3ª menor y 3ª mayor, ambos con tendencia a ser entonados conforme al modelo pitagórico, presentando así las 3ª menores amplitudes normalmente inferiores a las observadas en el marco de esta investigación, y las 3ª mayores amplitudes considerablemente superiores.<sup>386</sup> En el caso de las 2ª mayores, por otro lado, hay investigaciones en las que se han observado o bien amplitudes muy similares a las del modelo puro,<sup>387</sup> o bien amplitudes superiores a las del modelo temperado.<sup>388</sup> En lo que respecta a las 4ª justas, los resultados de esta investigación coinciden con la literatura existente, observándose diferencias mínimas en relación a las amplitudes casi idénticas que marcan los modelos puro, temperado y pitagórico.<sup>389</sup> Finalmente, en lo que concierne a los intervalos de 2ª aumentada y de 4ª disminuida las amplitudes observadas en el marco de esta investigación parecen contradecir la tendencia de “estirar” los intervalos percibidos como amplios, y de contraer los intervalos percibidos como pequeños.<sup>390</sup>

Teniendo en cuenta todo lo anterior, creemos que se cumplen las condiciones para dar por validada, al menos parcialmente, la hipótesis de trabajo en cuestión.

#### **4.1.10 H<sub>10</sub>: “La amplitud mediana muestral de los intervalos ascendentes tenderá a ser menor que la de los descendentes”.**

Los resultados obtenidos en el marco de la hipótesis de trabajo planteada, sugieren que, en el contexto de la muestra estudiada, la dirección de los intervalos sí tuvo un impacto, en algunos casos muy significativo a nivel acústico, en la amplitud de los intervalos examinados. Así pues, se observó que los intervalos de 2ª menor y 3ª menor experimentaron variaciones de 5.52 *c* y 6.51 *c*, respectivamente, en función de su dirección, siendo las 2ª menores descendentes considerablemente más amplias que las ascendentes, y las 3ª menores

---

<sup>385</sup> Ver figuras 71, 73 y 74.

<sup>386</sup> Greene, “Intonation in Violin performance”, 318; Nickerson, “Intonation of solo and ensemble performances”, 594; Loosen, “Intonation of solo violin performance”, 537; Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”, 76; Geringer, “Eight Artist-Level Violinists”, 59.

<sup>387</sup> Greene, “Intonation in Violin performance”, 318.

<sup>388</sup> Nickerson, “Intonation of solo and ensemble performances”, 594; Geringer, Macleod, y Ellis, “A Descriptive Analysis”, 76.

<sup>389</sup> *ibid.*

<sup>390</sup> Burns, “Intervals, scales, and tuning”, 248.



descendentes notablemente más estrechas que las ascendentes.<sup>391</sup> En función de la evidencia científica disponible, podemos considerar tales variaciones como audibles.<sup>392</sup> No obstante, cabe resaltar la existencia de estudios relativos a la entonación en el ámbito del violín en los que la direccionalidad no derivó en discrepancias relevantes.<sup>393</sup>

Por otro lado, en lo que respecta a los intervalos de 2ª mayor, 3ª mayor y 4ª justa,<sup>394</sup> si bien se observaron discrepancias en función de la dirección de los mismos, tales discrepancias, en todos los casos inferiores a 2 c, no sólo pueden ser calificadas de poco significativas, sino que también están en consonancia con la literatura consultada.<sup>395</sup> Aun así, cabe resaltar en este sentido que, bajo condiciones experimentales favorables, se ha comprobado que hay oyentes capaces de identificar discrepancias inferiores a 2 c.<sup>396</sup>

Así las cosas, y tomando en consideración tanto lo observado en relación a la direccionalidad como lo expuesto en la literatura consultada, damos por invalidada la hipótesis en cuestión, si bien no podemos, en virtud de lo visto, dar por válida la hipótesis nula, pues no se atisba una relación concluyente entre direccionalidad y amplitud.

---

<sup>391</sup> Ver figuras 77 y 79.

<sup>392</sup> Consultar, al respecto, Micheyl, Delhommeau, Perrot, y Oxenham, "Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination"; o Morrison, y Fyk, "Intonation", 184.

<sup>393</sup> Consultar Greene, "Intonation in Violin performance", 319; y Loosen, "Intonation of solo violin performance", 536.

<sup>394</sup> Ver figuras 78, 80 y 81.

<sup>395</sup> Consultar, nuevamente, Greene, "Intonation in Violin performance", 319; y Loosen, "Intonation of solo violin performance", 536.

<sup>396</sup> Morrison, y Fyk, "Intonation", 184.

## 4.2 CONCLUSIONES

### 4.2.1 Conclusiones de carácter pedagógico derivadas de la consecución de objetivos, la validación de las hipótesis de trabajo, y de las preguntas de investigación.

Creemos que la presente investigación ha puesto de relieve una serie de realidades cuyas implicaciones a nivel pedagógico son en cierto modo ineludibles, dado que afectan a una de las vigas maestras sobre la que reposa la praxis violinística, entendida ésta como el conjunto de habilidades que permiten al violinista llevar a cabo una interpretación musical de calidad. Así pues, la entonación no es, evocando nuevamente las palabras de Dominique Hoppenot, una realidad aislada, independiente de la unidad instrumental, sino que es parte integral del proceso de búsqueda de la sonoridad, la cual, cabría añadir, constituye a su vez el todo en un arte eminentemente sonoro como es la música.

En vista de lo anterior, una de las primeras conclusiones de relevancia pedagógica que, con la debida prudencia, podemos sacar de lo observado en la presente investigación es la constatación de la naturaleza ecléctica, heterogénea de la entonación en el ámbito del violín (PI-1, H<sub>1</sub>, OP-1, OP-2, OS-3 y OS-5). Esta realidad, sugerida igualmente en trabajos anteriores, es muy distinta a la de los instrumentos con alturas prefijadas, los cuales implican la adhesión férrea a un modelo de afinación/entonación. Es por ello, quizás, que en el ámbito del violín sea más apropiado hablar de tendencias en lugar de adhesiones. En este sentido, se ha observado que, dentro de lo que podríamos aceptar como afinado, existe una gran diversidad de entonación, habiendo alumnos que, acercándose a un modelo de entonación concreto, tienden a “estirar” sistemáticamente algunos intervalos, y alumnos que, aproximándose a otro modelo, tienden a “estrechar”, de un modo igualmente coherente, una serie de intervalos determinados. En este sentido, hay dos debates importantes que, no obstante, exceden el alcance del presente trabajo: en primer lugar, el debate de por qué hay violinistas, en este caso estudiantes, que tienden a un modelo o modelos de entonación y no a otro(s); en segundo lugar, el debate estético, si se quiere, y no menos importante, acerca de cuándo es apropiado “estirar” un intervalo concreto y cuándo es recomendable “estrechar”. En otras palabras, ¿a qué modelo o sistema de entonación debo acercarme en el ámbito de una obra o pasaje concreto? ¿Qué criterios he de seguir a tal efecto? Un tercer debate, quizás de corte más filosófico, pero tampoco menos importante, sería el de qué constituye una buena entonación. Dicho de otro modo, ¿qué es tocar afinado? Sea cual sea la respuesta a estas preguntas, si se quiere cruciales, creemos que, en base a las evidencias aportadas por ésta y

otras investigaciones, debe partirse de la anteriormente mencionada realidad ecléctica que adquiere la entonación en la praxis violinística.

Teniendo en cuenta lo expuesto en el párrafo previo, una segunda conclusión de relevancia pedagógica que se desprende de la presente investigación es la aparente mejor habilidad de entonación que muestran los estudiantes con tendencias de entonación más o menos definidas, frente a aquellos alumnos sin una tendencia de entonación clara o evidente (PI-2, H<sub>2</sub>, OP-1, OP-2 y OS-3). En nuestra opinión, esto sugiere la importancia de tener un ideal de entonación que, si bien puede ser mudable en función de distintas necesidades de carácter técnico o estético, debe estar siempre presente a la hora de interpretar o tomar decisiones acerca de la interpretación de una pieza. A este respecto, creemos que los ideales de entonación más evidentes, y quizás menos arbitrarios, son los propios modelos de entonación teóricos. Por lo tanto, consideramos que éstos, y no otros, deben ser los ideales a los que, según las distintas circunstancias, debe aspirar todo violinista, ya que es nuestra convicción que no se puede entonar o afinar respecto a la nada, así como también creemos que todo intento de entonación o afinación aspira, en sí mismo, al ideal que marca un modelo o modelos concretos. En el ámbito pedagógico, esto se traduce en el deber que tiene o debería tener el docente de dotar al alumno de las herramientas necesarias para entonar conforme al modelo de entonación que más se adecúe a las circunstancias, pero siempre partiendo de una concepción de la entonación como realidad diversa, e incluso teniendo en cuenta las tendencias, quizás naturales, de un determinado estudiante a entonar de una determinada forma.

Como tercera conclusión relevante, cabría destacar que, contrariamente a lo que se pudiera pensar, la tendencia a un modelo de entonación parece revertir en una mejor entonación en el ámbito de otros modelos, tal y como parecen sugerir las correlaciones halladas en el marco de H<sub>4</sub> (PI-4, OP-1, OP-2 y OS-3). Creemos que esto apunta, nuevamente, a la importancia de tener, seguir o inculcar un ideal de entonación, lo cual parece dar pie a un círculo virtuoso en todo lo que a esta habilidad respecta. Aun así, y tal y como se ha comentado en apartados anteriores, es cierto que tales correlaciones podrían variar en función del ejercicio o pieza a interpretar, por lo que los resultados discutidos, si bien creemos que apuntan a algo relevante, deben ser tomados con cierta prudencia.

Una cuarta conclusión que consideramos igualmente relevante a nivel pedagógico es la que concierne a la pertenencia a los centros de estudios (PI-5, H<sub>7</sub>, OP-1, OP-2 y OS-4). En este

sentido, los resultados obtenidos son indicativos de que la pertenencia a un determinado centro de estudios puede influir en las habilidades de entonación de un estudiante, lo cual está en consonancia con la literatura que sugiere que la experiencia musical de un sujeto puede condicionar las habilidades musicales del mismo, entre ellas, las que son determinantes a la hora de entonar (discriminación, reconocimiento y reproducción de alturas, entre otras). Así pues, no consideramos descabellada la noción de que la pertenencia a un centro de estudios, especialmente en los rangos de edad que son comunes en los conservatorios profesionales y superiores, sea un condicionante, si no el mayor condicionante, de la experiencia musical de un alumno. Huelga decir, no obstante, que dentro de este condicionante, podríamos encontrar otros sub-condicionantes potenciales tales como el profesorado, la cantidad y calidad de actividades musicales programadas, la posibilidad de participar en distintos conjuntos instrumentales, y las relaciones entre iguales. En este sentido, consideramos que los resultados relativos a la entonación obtenidos en función de la pertenencia a un centro de estudios determinado tienen una relevancia que va más allá de la propia entonación como habilidad o conjunto de habilidades musicales, siendo probable encontrar resultados comparativamente similares al medir otras habilidades como, por ejemplo, las que intervienen en la competencia rítmica.

Otra conclusión de relevancia sería todo lo que concierne a las tonalidades (PI-3, H<sub>3</sub>, OP-1, OP-2 y OS-2). A este respecto, tanto los resultados de esta investigación como los de otras similares sugieren que, independientemente del modelo de entonación que se emplee como referencia, los estudiantes de violín tienden a entonar mejor en el ámbito de lo que podríamos denominar como tonalidades “nativas” al violín, a saber: *sol mayor*, *sol menor*, *re mayor* y *re menor*, si bien podrían incluirse algunas más como, por ejemplo, *la mayor* y *la menor*.

La razón por la que hablamos de tonalidades “nativas” al instrumento es porque tanto *sol mayor* como *sol menor*, tanto *re mayor* como *re menor*, y tanto *la mayor* como *la menor* tienen sus respectivas tónicas y dominantes en las cuerdas al aire del violín. En otras palabras, las referencias con las que cuenta un violinista a la hora de entonar en el ámbito de estas tonalidades son comparativamente mejores a las disponibles cuando se toca en, por ejemplo, *si mayor*, donde sólo estaría disponible el cuarto grado (*mi*), o *la b mayor*, donde sólo estaría disponible el séptimo grado (*sol*). Así pues, los resultados no han constituido sorpresa alguna, si bien podrían ser indicativos de una sobreexposición, en un contexto pedagógico, a determinadas tonalidades en detrimento de otras, lo cual se traduce, como

quizás cabe esperar, en una entonación aceptable en el marco de ciertas tonalidades, y muy deficiente en el marco de otras.

Una quinta conclusión, igualmente reflejada en los resultados y no menos relevante que las expuestas hasta el momento, es la prevalencia clara del modelo pitagórico sobre otros modelos de entonación (PI-6, H<sub>8</sub>, OP-1, OP-2, OS-3 y OS-5); una prevalencia que está en evidente consonancia con lo observado en el marco de otras investigaciones, tal y como se ha señalado en la discusión de los resultados. A este respecto, y en el plano de lo pedagógico, sería quizás recomendable partir de la noción de que, por motivos quizás desconocidos y que en todo caso escapan al alcance de este trabajo, los violinistas tienden, de forma general y no sin excepciones, a entonar de manera pitagórica, esto es, tienden a “estirar” las terceras mayores y a estrechar las menores más allá de sus valores puros o temperados. Asimismo, ante alturas enarmónicas, tienden, comparativamente, a entonar más agudo las que vienen acompañadas de un sostenido que las que aparecen acompañadas de un bemol, las cuales suelen entonarse, por decirlo de algún modo, “a la baja”.

Lo expuesto previamente no es sino información valiosa y a tener en cuenta por cualquier docente o pedagogo del violín, que sabrá de antemano la alta probabilidad de que sus alumnos desarrollen una inclinación, total o parcial, hacia el modelo pitagórico. De ello se deduce que el docente puede anticiparse a esta tendencia antes siquiera de sus primeras manifestaciones, y limitarla, corregirla o pulirla según lo demanden las circunstancias del momento y las características del estudiante.

Por otro lado, cabría hacer mención a las amplitudes de los intervalos entonados. Según los resultados obtenidos en el marco de esta investigación, tales amplitudes se ajustan, en el caso de algunos intervalos, a las amplitudes marcadas por los tres modelos de entonación propuestos (PI-7, H<sub>9</sub>, OP-1, OP-2, OS-1 y OS-5). Más interesante aún, parece ser que ciertos intervalos experimentaron variaciones relativas a su amplitud en función de si eran intervalos de carácter ascendente o descendente, aunque hubo otros intervalos en los que no se apreciaron tales variaciones (PI-8, H<sub>10</sub>, OP-1, OP-2, OS-1 y OS-5). En este sentido, y si bien aceptamos que la evidencia no es concluyente, tenemos la sensación de que, en determinados contextos y situaciones asociadas a la práctica del violín, la direccionalidad de un intervalo puede afectar a la amplitud del mismo. Además, creemos que estas variaciones potenciales no sólo podrían venir dadas por cuestiones de carácter mecánico como la dificultad asociada a

ciertos cambios de posición, sino que quizás también podrían ser anticipadas y detectadas en el aula por docentes y pedagogos.

En lo que respecta a  $H_5$  (PI-5, OP-1, OP-2 y OS-4), es ciertamente llamativa la ausencia de correlación entre el nivel académico (curso) y los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a, respectivamente, el modelo temperado y el pitagórico. Asimismo, no es menos interesante la tendencia en virtud de la cual los participantes matriculados en cursos superiores parecen entonar mejor en el ámbito del modelo puro que aquellos matriculados en cursos inferiores. En cierto modo, y en consonancia con lo que se comentaba en el apartado dedicado a la discusión de la hipótesis en cuestión, es inevitable preguntarse si la correlación moderada que se observa entre el curso y el porcentaje de notas entonadas con arreglo al sistema puro no se debe a un mejor conocimiento, consciente o inconsciente, de dicho modelo por parte del estudiante. A este respecto, cabe señalar la menor prevalencia del modelo puro respecto a los modelos temperado y pitagórico. ¿Podría responder esa menor prevalencia a una mayor dificultad para entonar conforme a dicho modelo, explicándose así la correlación moderada que se observa entre curso y los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a este sistema? Tal y como se ha señalado con anterioridad, cabría tomar los resultados con cierta prudencia.

A propósito de la  $H_6$  (PI-5, OP-1, OP-2 y OS-4), los resultados sugieren la ausencia de diferencias significativas en la entonación de los sujetos en función de su sexo. Esto, a pesar de la evidencia que sugiere que existen diferencias entre sexos en ciertas cuestiones relacionadas con el ámbito musical, no ha constituido sorpresa alguna, pues no se han encontrado indicios de que tales diferencias se reproduzcan, necesariamente, en el ámbito del violín.

A continuación, la tabla 30 recoge, a modo de resumen, el contraste y validación de las distintas hipótesis de trabajo, así como la correspondencia de las mismas con los objetivos y preguntas de investigación planteados:

**Tabla 30.** Resumen del contraste y validación de las distintas hipótesis de trabajo, así como la correspondencia de éstas con las preguntas y objetivos de investigación planteados

Hipótesis	Pregunta de investigación	Objetivos de investigación logrados	Contraste y validación
H <sub>1</sub> : “En la muestra se observarán tendencias de entonación, las cuales se ajustarán, en mayor o menor medida, a los modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación propuestos; respectivamente: el sistema puro o justo, el sistema de Temperamento Igual, y el sistema pitagórico”.	PI-1: ¿Presentan los individuos de la muestra tendencias de entonación que se ajusten a modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?	OP-1, OP-2, OS-3, OS-5.	Validada
H <sub>2</sub> : “Los integrantes de la muestra que presenten tendencias de entonación más o menos definidas tenderán a entonar mejor que aquellos que no presenten tendencias de entonación definidas”.	PI-2: ¿Entonan mejor, a nivel promedial, los individuos de la muestra que presentan tendencias de entonación definidas que aquellos individuos en los que no se atisban tendencias de entonación definidas?	OP-1, OP-2, OS-3.	Validada
H <sub>3</sub> : “Las tonalidades de <i>sol mayor</i> y <i>re mayor</i> serán las mejor entonadas a nivel muestral, independientemente del modelo o sistema teórico de afinación/entonación propuesto”.	PI-3: ¿Qué tonalidades se entonan mejor a nivel muestral según distintos modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?	OP-1, OP-2, OS-2.	Validada

**Tabla 30.** Resumen del contraste y validación de las distintas hipótesis de trabajo, así como la correspondencia de éstas con las preguntas y objetivos de investigación planteados

Hipótesis	Pregunta de investigación	Objetivos de investigación logrados	Contraste y validación
H <sub>4</sub> : “Los integrantes de la muestra que tiendan a entonar mejor en el ámbito de un sistema o modelo teórico, entonarán peor con arreglo a otros modelos”.	PI-4: ¿Existe algún grado de asociación, a nivel muestral, entre los porcentajes de notas correctamente entonadas con arreglo a distintos modelos o sistemas teóricos?	OP-1, OP-2, OS-3	Refutada
H <sub>5</sub> : “Los integrantes de la muestra matriculados en cursos más altos entonarán mejor a nivel promedial que los integrantes matriculados en cursos más bajos”.	PI-5: ¿Qué impacto tienen variables como el curso, el sexo o la pertenencia a un centro en la entonación de los individuos de la muestra?	OP-1, OP-2, OS-4.	Parcialmente refutada
H <sub>6</sub> : “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, no habrá diferencias significativas en la entonación de los sujetos en función de su sexo”.	PI-5: ¿Qué impacto tienen variables como el curso, el sexo o la pertenencia a un centro en la entonación de los individuos de la muestra?	OP-1, OP-2, OS-4.	Validada



**Tabla 30.** Resumen del contraste y validación de las distintas hipótesis de trabajo, así como la correspondencia de éstas con las preguntas y objetivos de investigación planteados

Hipótesis	Pregunta de investigación	Objetivos de investigación logrados	Contraste y validación
H <sub>7</sub> : “A nivel promedial, y en el ámbito de cualquier sistema o modelo, existirán diferencias significativas en la entonación de los sujetos en relación a su centro de estudios”.	PI-5: ¿Qué impacto tienen variables como el curso, el sexo o la pertenencia a un centro en la entonación de los individuos de la muestra?	OP-1, OP-2, OS-4.	Validada
H <sub>8</sub> : “El sistema o modelo pitagórico tendrá mayor prevalencia a nivel muestral que otros modelos”.	PI-6: ¿Qué sistema o modelo teórico tiene mayor prevalencia a nivel muestral?	OP-1, OP-2, OS-3, OS-5.	Validada
H <sub>9</sub> : “Las amplitudes medianas muestrales de ciertos intervalos se ajustarán a las amplitudes que se derivan de los diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación”.	PI-7: ¿Se ajustan las amplitudes medianas muestrales de los intervalos entonados a las amplitudes que marcan diferentes modelos o sistemas teóricos de afinación/entonación?	OP-1, OP-2, OS-1, OS-5.	Validada
H <sub>10</sub> : “La amplitud mediana muestral de los intervalos ascendentes tenderá a ser menor que la de los descendentes”.	PI-8: ¿Qué impacto tiene la dirección de un intervalo en la amplitud mediana muestral del mismo?	OP-1, OP-2, OS-1, OS-5.	Refutada

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se desprende de la tabla anterior, la validación y contraste de las distintas hipótesis de trabajo planteadas, así como también la discusión de los resultados obtenidos, implican necesariamente la consecución de los objetivos planteados al inicio de esta investigación. Aun así, no sería apropiado concluir este apartado sin abordar de forma algo más pormenorizada, dada su especial relevancia, los objetivos secundarios referentes a, respectivamente, a la valoración del impacto del Temperamento Igual, como sistema universal y dominante, en los estudiantes que conforman la muestra (OS-3), y a la puesta en valor las posibilidades que ofrece el violín en el ámbito de la entonación (OS-5).

En lo que respecta al OS-3, es necesario recalcar que, con independencia de las particularidades observadas en cada uno de los participantes que han colaborado con el presente estudio, la presencia o incluso relativa prevalencia del sistema de Temperamento Igual en la muestra estudiada ha sido mayor de lo que pudiera haberse esperado en un inicio, especialmente dada la naturaleza *a priori* no temperada de un instrumento como es el violín. No obstante, si se tiene en cuenta la virtual omnipresencia de la que disfruta el sistema temperado en el panorama musical actual, esta situación no se antoja en absoluto sorprendente, pues es evidente que todo músico contemporáneo está sobreexpuesto de forma inevitable a dicho sistema. A este respecto, creemos que el más que patente desconocimiento general, incluso profesional, en todo lo relativo a sistemas de afinación/entonación distintos del sistema temperado es resultado, al menos en parte, de una sobreexposición continua, y en cierto modo inevitable, a este último sistema. Se ignoran así los resultados sonoros, potencialmente mejores en función del repertorio, de sistemas alternativos como pueden ser el mesotónico, con todas sus variantes, o cualquiera de los sistemas irregulares empleados en los siglos XVII o XVIII. Y lo que es más, se ignora que no poca música fue compuesta con un tipo de sistema, un tipo de sonoridad, en mente. Así pues, y enlazando con el OS-5, queremos creer que este trabajo contribuye, siquiera de forma modesta, a la necesaria la puesta en valor del violín como instrumento a todas luces “libre” y ecléctico en lo que a entonación respecta, pudiéndose adaptar de manera igualmente satisfactoria tanto a las sonoridades temperadas y urbanas del jazz, como a las armonías ásperas y/o pastorales que pueblan la música barroca.

Partiendo de lo expuesto hasta el momento, y a modo de reflexión final, cabría señalar que a pesar de la evidencia científica disponible, a la que nos gustaría que se sumara lo observado en el marco de la presente investigación, hay quienes, desde el ámbito de la docencia, parecen aferrarse aún a una visión estrecha de la entonación; una visión que, en lo

relativo a la pedagogía del violín, adquiere un carácter especialmente nocivo, pues se pide al estudiante lo que simple, llana y humanamente no es posible hacer: adherirse sin ambages, sin fisuras, sin preguntas a un modelo de entonación concreto que, en el peor de los casos, tiene el potencial de entrar en conflicto con la propia naturaleza del instrumento e incluso de la pieza a interpretar en ese momento. Se hurta, así, al alumno el debate acerca de la naturaleza a todas luces heterogénea de la entonación en el ámbito del violín, y se le deja en la más completa oscuridad, rehén de la percepción sonora —por naturaleza mudable según diversas condiciones— de un tercero, que en no pocas ocasiones calificará de desafinado lo que ayer estaba afinado, y viceversa. En este sentido, sirva este trabajo de motivación para arrojar más luz, si cabe, sobre un fenómeno tan complejo como apasionante como es la entonación.

#### **4.2.2 Limitaciones y futuras líneas de investigación**

En lo que respecta a las limitaciones del presente trabajo, la primera y quizás más evidente es que los resultados no son extrapolables a un conjunto poblacional como podrían ser los estudiantes de violín matriculados en conservatorios de la Comunidad Autónoma de Extremadura, o los estudiantes de violín matriculados en conservatorios de España. Aun así, dado que muchos de los resultados se corresponden con los de otras investigaciones, es nuestra sensación que, de realizar una investigación con herramientas y procedimientos similares en otro territorio o ámbito, los resultados serían parecidos, si bien somos conscientes de que tal afirmación no es sino una mera especulación.

Por otra parte, cabría hacer mención al ejercicio de entonación en base al cual se han obtenido los resultados. Si bien se trata de un ejercicio a nuestro parecer adecuado, es igualmente cierto que no incluye todas las tonalidades a partir de las cuales podrían estudiarse las habilidades de entonación de un estudiante de violín. Asimismo, y tal y como se ha sugerido en apartados anteriores, hay intervalos que están quizás sobrerrepresentados, lo cual podría derivar, de cambiarse el ejercicio, en resultados potencialmente distintos.

No menos importante es, en lo concerniente a las limitaciones de esta investigación, el hecho de que todos los integrantes de la muestra interpretaron el ejercicio de entonación tras una única lectura inicial. De esto se desprende, de manera lógica, que de haberse dado más tiempo u oportunidades de lectura, los resultados podrían variar. Del mismo modo, de haberse

empleado otro tipo de ejercicio o, en su defecto, una pieza del repertorio estándar dichos resultados podrían igualmente experimentar cambios.

En lo relativo a futuras líneas de investigación, creemos que el presente trabajo abre nuevas vías, así como también avanza en caminos inaugurados por otros. En el ámbito de las nuevas vías incluimos los resultados e indicios que sugieren que aquellos estudiantes que muestran una tendencia más o menos definida hacia un modelo o modelos de entonación, tienden a entonar mejor que aquellos que no presentan dicha tendencia. A este respecto, juzgamos necesaria la aportación de nuevas evidencias que profundicen en lo observado y que, si fuera oportuno, exploren y sugieran estrategias a seguir en un contexto pedagógico.

Por otro lado, estimamos pertinente un estudio más profundo de la potencial influencia que ejercen los centros de estudio sobre las capacidades y habilidades musicales no sólo de los alumnos de violín, sino de los estudiantes de cualquier instrumento en general. En este sentido, y a pesar de la evidencia de que las experiencias musicales condicionan las habilidades del alumnado, no parecen ser muy frecuentes los estudios *ad hoc* en el ámbito extremeño y/o español.

Otro aspecto sobre el que profundizar sería la más que aparente propensión de los violinistas a entonar conforme al modelo pitagórico. ¿A qué se debe dicha propensión? ¿Es una inclinación aprendida o hay algo inherente al instrumento o al oído humano que favorezca su aparición? Son estas preguntas que, a nuestro humilde parecer, bien merecen una investigación. Asimismo, también son susceptibles de profundización la diversidad de tendencias de entonación observadas en la muestra.

En línea con todo lo expuesto hasta el momento, no sería apropiado concluir sin antes hacer mención a la necesidad de un estudio más profundo no de la entonación, sino de la percepción de la entonación por parte de alumnado y profesorado de violín. En este sentido, y teniendo en cuenta la existencia de literatura que sugiere que la percepción de la entonación es relativa y susceptible de cambio según determinadas circunstancias, cabría preguntarse si la percepción de un docente, comúnmente el espejo en el que se miran los alumnos a la hora de entonar, es siempre fiable, o sino sería necesaria la incorporación de elementos tecnológicos que ayuden en la consecución de una evaluación más justa y efectiva.

# **BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA**



## BIBLIOGRAFÍA

- Applebaum, Samuel y Sada. *The Way They Play*, volumen 1. Nueva Jersey: Paganiniana Publications, 1972.
- Artusi, Giovanni. *L'arte del contraponto*. Venecia: Giacomo Vincenti, 1598.
- Auer, Leopold. *Violin Playing As I Teach It*. Londres: Duckworth, 1921.
- Baillot, Pierre. *L'art du violon*. Mainz: B. Schott, 1835.
- Barbieri, Patrizio, y Sandra Mangsen. "Violin intonation: a historical survey". *Early Music* 19, nº 1 (febrero 1991): 69-88. <https://www.jstor.org/stable/3127954>.
- Barbour, James M. *Tuning and Temperament. A historical Survey*. Nueva York: Dover Publications, Inc., 2004.
- Benade, Arthur H. *Fundamentals of Musical Acoustics*. Nueva York: Dover Publications, Inc., 1990.
- Blum, David. *The Art of Quartet Playing: the Guarneri Quartet in Conversation with David Blum*. Nueva York: Alfred A. Knopf Inc., 1986.
- Bosanquet, Robert H. M. *An Elementary Treatise on Musical Intervals and Temperament*. Londres: MacMillan & Co, 1876.
- Bottrigari, Ercole. *Il desiderio, ovvero de' concerti di varii stromenti musicali*. Venecia: Ricciardo Amadino, 1594.
- Brady Caldera, Patrick Thomas, y Héctor Archilla Segade. "¿Tiene sentido el afinador? Un estudio sobre el impacto del temperamento igual en estudiantes de violín de nivel medio y superior". *Revista electrónica de LEEME* 49, (mayo 2022): 101-120. <https://doi.org/10.7203/LEEME.49.23992>.
- Burns, Edward M. "Intervals, scales, and tuning". En *The Psychology of Music*, editado por Diana Deutsch, 215-264. Cambridge, MA: Academic Press, 2012.
- Campagnoli, Bartolomeo. *Nouvelle Méthode de la Mécanique Progressive du Jeu de Violon*. Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1797.

- Campbell, Murray, Clive A. Greated, y Arnold Myers. *Musical Instruments: History, Technology, and Performance of Instruments of Western Music*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- Casas Restrepo, Francisco José. “¿Es el De Música de San Agustín un tratado sobre el arte musical?”. *Franciscanum* 58, nº 166 (diciembre 2016): 117-145. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5632773>.
- Chesnut, John Hind. “Mozart’s Teaching of Intonation”. *Journal of the American Musicological Society* 30, nº 2 (verano 1977): 254–71. <https://doi.org/10.2307/831219>.
- Cotik, Tomás. “How I interpret Bach: Tomás Cotik on strings, intonation and vibrato”. *The Strad*, 29 de noviembre, 2019. <https://www.thestrad.com/playing-and-teaching/how-i-interpret-bach-tomas-cotik-on-strings-intonation-and-vibrato/9761.article>.
- Davies, Stephen. “Analytic Philosophy and Music”. En *The Routledge Companion to Philosophy and Music*, editado por Theodore Gracyk y Andrew Kania. Nueva York: Routledge, 2011.
- Detisov, Alexander. “El secreto de la afinación en el violín”. *Quodlibet*, 48 (septiembre - diciembre 2010): 47-56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3620471>.
- Duffin, Ross W. *How Equal Temperament Ruined Harmony (and why you should care)*. Nueva York: W.W. Norton & Company, 2007.
- Duke, Robert A., John M. Geringer, y Clifford K. Madsen. “Effect of tempo on pitch perception”. *Journal of Research in Music Education* 36, nº 2 (verano 1988): 109-110. <https://doi.org/10.2307/3345244>.
- Ericsson, Karl Anders, Ralf T. Krampe, y Clemens Tesch-Römer. “The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance”. *Psychological Review* 100, nº 3 (1993): 363-406. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.100.3.363>.
- Fernández-Barros, Andrea, Laia Villadot Vallverdú, y David Durán Gisbert. “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, (octubre 2020): 1-16. <https://doi.org/10.7203/leeme.45.16062>.



- Flesch, Carl. *Die Kunst des Violinspiels*. Berlín: Ries & Erler, 2020.
- Flesch, Carl. *Scale System*. Nueva York: Carl Fischer, 1984.
- Gaffurius, Franchinus. *Practica musicae*. Traducción de Irwin Young. Wisconsin: University of Wisconsin Press, 1969.
- Galamian, Ivan. *Principles of Violin Playing and Teaching*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1962.
- Galeazzi, Francesco. *Elementi teorico-pratici di musica*. Ascoli: Francesco Cardi, 1817.
- Gallardo Lorenzo, Luis Rubén. “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, 2008. <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/2078>.
- Gardiner, William. *The Music of Nature*. Londres: Longman, 1832.
- Geminiani, Francesco. *The Art of Playing on the Violin*. Londres: Opera IX, 1751.
- Geringer, John M., Rebecca B. Macleod, y Justine K. Sasanfar. “High School String Players’ Perception of Violin, Trumpet, and Voice Intonation”. *String Research Journal* 3, n° 1 (2012): 81–96. <https://doi.org/10.1177/194849921200300106>.
- Geringer, John M., Rebecca B. Macleod, y Julie Ellis. “A Descriptive Analysis of Performance Models’ Intonation in a Recorded Excerpt from Suzuki Violin School Volume I”. *String Research Journal* 4, (2013): 71-87. <https://doi.org/10.1177%2F194849921300400405>.
- Geringer, John M., Rebecca B. Macleod, Clifford K. Madsen, y Jessica Napoles. “Perception of melodic intonation in performances with and without vibrato”. *Psychology of Music* 43, n° 5 (2014): 675–685. <https://doi.org/10.1177/0305735614534004>.
- Geringer, John M., Rebecca B. MacLeod, y Justine K. Sasanfar. “In Tune or Out of Tune: Are Different Instruments and Voice Heard Differently?”. *Journal of Research in Music Education* 63, n° 1 (2015): 89–101. <http://www.jstor.org/stable/43900281>.

- Geringer, John M. “Eight Artist-Level Violinists Performing Unaccompanied Bach: Are There Consistent Tuning Patterns?”. *String Research Journal* 8, nº 1 (julio 2018): 51-61. <https://doi.org/10.1177/1948499218769657>.
- Greene, Paul C. “Intonation in Violin performance”. *Proceedings of the Iowa Academy of Science* 43, nº 1 (1936): 318-319. <https://scholarworks.uni.edu/pias/vol43/iss1/114>.
- Green, Elizabeth A. H. *Teaching Stringed Instruments in Classes*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1966.
- Grout, Donald J., y Claude V. Palisca. *Historia de la música occidental*. Traducción de León Mamés. Madrid: Alianza Editorial, 2001.
- Habeneck, François. *Méthode Théorique et Pratique de Violon*. París: Canaux, 1842.
- Halliwell, Stephen. “Plato”. En *The Routledge Companion to Philosophy and Music*. Editado por Theodore Gracyk y Andrew Kania. Nueva York: Routledge, 2011.
- Helmholtz, Hermann von. *Die Lehre den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. Traducido por Alexander J. Ellis. Londres: Longmans, Green, and CO., 1895.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; y Baptista Lucio, Pilar. *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill, 2014.
- Hopkins, Michael T. “Teachers’ Practices and Beliefs Regarding Teaching Tuning in Elementary and Middle School Group String Classes”. *Journal of Research in Music Education* 61, nº 1 (abril 2013): 97–114. <http://www.jstor.org/stable/41999569>.
- Hoppenot, Dominique. *El violín interior*. Madrid: Real Musical, 1991.
- Hutchins, Sean, Catherine Roquet, e Isabelle Peretz. “The Vocal Generosity Effect: How Bad Can Your Singing Be?”. *Music Perception* 30, nº 2 (marzo, 2012): 147-159. <http://dx.doi.org/10.1525/mp.2012.30.2.147>.
- Isacoff, Stuart. *Temperament. How Music Became a Battleground for the Great Minds of Western Civilization*. Nueva York: Vintage Books, 2003.
- Joachim, Joseph, y Andreas Moser. *Violinschule II*. Berlín: N. Simrock, 1905.

- Jorgensen, Owen H. *Tuning*. East Lansing: Michigan State University Press, 1991.
- Kanno, Mieko. "Thoughts on how to play in tune: pitch and intonation". *Contemporary Music Review* 22, n° 1-2 (2003): 231-254. <https://doi.org/10.1080/0749446032000134733>.
- Klanner, Franz. "Stringtelligence by Thomastik-Infeld: Whistling E-strings". *The Strad*, 28 de mayo, 2019. <https://www.thestrad.com/accessories/stringtelligence-by-thomastik-infeld-whistling-e-strings/8993.article>.
- Kloss, Sherry. "7 tips from the class of Jascha Heifetz". *The Strad*, 11 de julio, 2018. <https://www.thestrad.com/featured-stories/7-tips-from-the-class-of-jascha-heifetz/8000.article>.
- Koelsch, Stefan, Burkhard Maess, Tobias Grossmann, y Angela D. Friederici. "Electric brain responses reveal gender differences in music processing". *Neuroreport* 14, n° 5 (abril 2003): 709-713. <https://doi.org/10.1097/00001756-200304150-00010>.
- Leech, Nancy L., Karen C. Barrett, y George A. Morgan. *SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2005.
- Lichtenthal, Pietro. *Dizionario e bibliografia della musica*. Milán: Antonio Fontana, 1826.
- Lim, Kiung Ae, y Cristopher Raphael. "InTune: A System to Support an Instrumentalist's Visualization of Intonation". *Computer Music Journal*, 34, n° 3 (otoño 2010): 45-55. [http://dx.doi.org/10.1162/COMJ\\_a\\_00005](http://dx.doi.org/10.1162/COMJ_a_00005).
- Llorens, Ana. "Understanding Expressive Intonation: Casals's Bach Beyond Conscience". *Quodlibet* 76, (julio-diciembre 2021): 159-203. [https://www.researchgate.net/publication/357134075\\_Understanding\\_expressive\\_intonation\\_Casals'\\_Bach\\_beyond\\_conscience](https://www.researchgate.net/publication/357134075_Understanding_expressive_intonation_Casals'_Bach_beyond_conscience).
- Loosen, Franz. "Intonation of solo violin performance with reference to equally tempered, Pythagorean, and just intonations". *The Journal of the Acoustical Society of America* 93, n° 1 (enero 1993): 525-539. <https://doi.org/10.1121/1.405632>.
- Loosen, Franz. "The effect of musical experience on the conception of accurate tuning". *Music Perception* 12, n° 3 (primavera 1995): 291-306. <https://doi.org/10.2307/40286185>.

- Loucks, Julia. “The Jubilee Quartet’s 4 top tips on practising as an ensemble”. *The Strad*, 8 de enero, 2019. <https://www.thestrad.com/teaching/the-jubilee-quartets-4-top-tips-on-practising-as-an-ensemble-/8523.article>.
- Lusitano, Vicente. *Introduttione facilissima, et novissima, di canto fermo, figurato, contraponto semplice, et in concerto* (Roma: Antonio Blado, 1553).
- Macnamara, Brooke, y Megha Maitra. “The role of deliberate practice in expert performance: revisiting Ericsson, Krampe & Tesch-Römer (1993)”. *Royal Society Open Science* 6, n° 8 (agosto 2019): 1-19. <https://doi.org/10.1098/rsos.190327>.
- Marpurg, Friedrich Wilhelm. *Versuch über die musikalische Temperatur*. Breslavia: Johann Friedrich Korn, 1776.
- Mathiesen, Thomas. “Antiquity and the Middle Ages”. En *The Routledge Companion to Philosophy and Music*. Editado por Theodore Gracyk y Andrew Kania. Nueva York: Routledge, 2011.
- McMillan, James H., y Sally Schumacher. *Research in Education: Evidence-based Inquiry*. Harlow: Pearson Education, 2014.
- Micheyl, Cristophe, Karine Delhommeau, Xavier Perrot, y Andrew J. Oxenham. “Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination”. *Hearing Research* 219, (septiembre 2006): 36-47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2006.05.004>.
- Moore, B.C.J. “Frequency difference limens for short-duration tones”. *The Journal of the Acoustical Society of America* 54, n° 3: 610-619. <https://doi.org/10.1121/1.1913640>.
- Morrison, Steven J., y Janina Fyk. “Intonation”. En *The Science & Psychology of Music Performance: Creative Strategies for Teaching and Learning*, editado por Richard Parncutt, y Gary E. McPherson, 183-197. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- Mozart, Leopold. *Versuch einer gründlichen Violinschule*. Augsburgo: Johann Jacob Lotter, 1756.
- Mozart, Wolfgang Amadeus. *Concerto No.3 in G for violin and piano [k.216]*. Ed. Sam Franko. Nueva York: G. Schirmer, 1940.

- Newton, Isaac. *Opticks: or, a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*. Londres: William Innys, 1730.
- Nickerson, James F. “Intonation of solo and ensemble performances of the same melody”. *The Journal of the Acoustical Society of America* 21, nº 6 (junio 1949): 593-595. <https://doi.org/10.1121/1.1906555>.
- Pardue, Laurel S., y Andrew McPherson. “Real-time aural and visual feedback for improving violin intonation”. *Frontiers in Psychology* 10, nº 627 (abril 2019): 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00627>.
- Pérez-Gil, Manuel, Jesús Tejada, Remigi Morant, y A. Pérez-González. “Cantus: Construction and evaluation of a software solution for real-time vocal music training and musical intonation assessment”. *Journal of Music, Technology & Education* 9, nº 2 (2016): 125-144. [http://dx.doi.org/10.1386/jmte.9.2.125\\_1](http://dx.doi.org/10.1386/jmte.9.2.125_1).
- Pérez Suárez, Teresa. “La afinación correcta de los sonidos en el violín”. *Revista Electrónica de LEEME* 5, (mayo 2000): 1-5. <https://doi.org/10.7203/LEEME.5.9709>.
- Pleyel, Ignace. *Collection complète des quatuors d'Haydn, No. 82*. París: I. Pleyel, 1820.
- Plinio. *Natural History*. Cambridge: Harvard University Press, 1967.
- Pole, William. *The Philosophy of Music*. Londres: Trübner & Co, 1879.
- Ramos de Pareja, Bartolomé. *Música Práctica*. Traducción de José Luis Moralejo. Madrid: Editorial Alpuerto, 1977.
- Rasch, Rudolf A. “Theory of Helmholtz-Beat Frequencies”. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 1, nº 3 (primavera 1984): 308-322, <http://www.jstor.org/stable/40285263>.
- Reguant-Álvarez, Mercedes, Ruth Vilà-Baños, y Mercedes Torrado-Fonseca. “La relación entre dos variables según la escala de medición con SPSS”. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació* 11, nº 2 (julio 2018): 45-60. <http://doi.org/10.1344/reire2018.11.221733>.
- Rivas Tovar, Luis Arturo. *Elaboración de tesis: estructura y metodología*. Ciudad de México: Trillas, 2017.

Ruiz Tarazona, Andrés. “El ‘Música práctica’, de Ramos Pareja, traducido al castellano”. *El País*, 30 de agosto de 1977.  
[https://elpais.com/diario/1977/08/30/cultura/241740001\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1977/08/30/cultura/241740001_850215.html).

*Rules for Measured Music, Counterpoint and Accompanying*. Traducción de Flavio Ferri Benedetti. Bolonia: Elam Rotem, 2020.

Saint-Saëns, Camille. *3e Concerto pour Violon et Orchestre*. París: A. Durand & Fils, 1881.

Salinas, Francisco de. *De Musica libri septem*. Salamanca: Mathias Gastius, 1577.

Ševčík, Otakar. *School of Intonation on an Harmonic Basis for Violin in XIV Parts, volume 1*. Nueva York: Harms Inc., 1922.

Spohr, Louis. *Violinschule*. Viena: Tobias Haslinger, 1832.

Stanford, Charles Villiers. *Musical Composition: A Short Treatise for Students*. Nueva York: The Macmillan Company, 1911.

Stephenson, Bruce. *The Music of the Heavens. Kepler's Harmonic Astronomy*. Princeton: Princeton University Press, 1994.

Tartini, Giuseppe. *Trattato di Musica secondo la vera scienza dell'armonia*. Padua: Stamperia del Seminario, 1754.

Tartini, Giuseppe. *Treatise on the Ornaments of Music*. Traducción de Sol Babitz. Nueva York: Carl Fischer, 1956.

*The Chicago Manual of Style*, 17th ed. Chicago: University of Chicago Press, 2017.  
<https://doi.org/10.7208/cmos17>.

Thibeault, Matthew D. “Learning With Sound Recordings: A History of Suzuki's Mediated Pedagogy”. *Journal of Research in Music Education* 66, n° 1 (abril 2018): 6–30.  
<https://www.jstor.org/stable/48588733>.

Tosi, Pier Francesco. *Opinioni de' cantori antichi e moderni*. Bolonia: Lelio dalla Volpe, 1723.

Tromboncino, Bartolomeo. “Incipit lamentatio”. En *Musikalische Denkmäler*, vol. VI, editado por Günther Massenkeil, 33-50. Maguncia: B. Schott's Söhne, 1965.

Vicentino, Nicola. *L'antica musica ridotta alla prattica moderna*. Roma: Antonio Barre, 1555.

Watkins, Cornelia. “Advanced intonation skills: Helping students understand what they hear”. *American String Teacher* 54, (febrero 2004): 86-90. <https://doi.org/10.1177%2F000313130405400110>.

Woldemar, Michel. *Grande Méthode ou étude elementaire pour le violon*. Paris: Hanry, 1798.

Yarbrough, Cornelia, Georgia Green, Wilma Benson, y Judy Bowers. “Inaccurate Singers: An Exploratory Study of Variables Affecting Pitch-Matching”. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, n° 107 (invierno 1991): 23–34. <http://www.jstor.org/stable/40318418>.

Yarbrough, Cornelia, Steven J. Morrison, y Brant Karrick. “The Effect of Experience, Private Instruction, and Knowledge of Directional Mistunings on the Tuning Performance and Perception of High School Wind Players”. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, n° 134 (1997): 31–42. <http://www.jstor.org/stable/40318878>.

Zabanal, John-Rine A. “Effects of Short-Term Practice with a Tonic Drone Accompaniment on Middle and High School Violin and Viola Intonation”. *String Research Journal* 9, n° 1 (2019): 51-61. <https://doi.org/10.1177/1948499219851407>.

Zarlino, Gioseffo. *Dimostrazioni harmoniche*. Venecia: Francesco dei Franceschi Senese, 1571.

Zarlino, Gioseffo. *Istitutioni Harmoniche*. Venecia: De Franceschi, 1573.

Zdzinski, Stephen S., y Gail Van Aernum Barnes. “Development and Validation of a String Performance Rating Scale”. *Journal of Research in Music Education* 50, n° 3 (septiembre 2022): 245–255. <https://doi.org/10.2307/3345801>.

## WEBGRAFÍA

Romain, Baptiste. “Biography”. Consultado el 24 de junio de 2022.  
<https://www.baptisteromain.com/>.

Camerata Gala - Fundación Antonio Gala. “Camerata Gala”. Consultado el 29 de julio de 2022. <https://cameratagala.com/>.

Early Music Sources. “Just Intonation in the Renaissance”. Vídeo de YouTube,  
[https://www.youtube.com/watch?v=XhY\\_7LT8eTw&t=124s](https://www.youtube.com/watch?v=XhY_7LT8eTw&t=124s).

Early Music Sources. “Temperaments - Historical and Technical Overview: Footnotes”. Consultado el 24 de junio de 2022.  
<https://www.earlymusicsources.com/youtube/temperaments>.

Early Music Sources. “Temperaments - What you need to know”. Vídeo de YouTube.  
[https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ\\_Z2-dWRmXI7KiHe\\_p\\_kG6BPqLEjl0K&ab\\_channel=EarlyMusicSources](https://www.youtube.com/watch?v=TgwaiEKnMTQ&list=PLWoQ_Z2-dWRmXI7KiHe_p_kG6BPqLEjl0K&ab_channel=EarlyMusicSources).

Forum Musikae. “Alexander Detisov”. Consultado el 29 de julio de 2022.  
<https://www.forummusikae.com/profesores/alexander-detisov/>.

Internationale Stiftung Mozarteum Salzburg. “NMA X/30/1: Thomas Attwood's Studies on Theory and Composition with Mozart”. Consultado el 19 de julio de 2022.  
[https://dme.mozarteum.at/DME/nma/nma\\_cont.php?vsep=223&gen=edition&l=2&p1=\)](https://dme.mozarteum.at/DME/nma/nma_cont.php?vsep=223&gen=edition&l=2&p1=))

Intonia, “Intonation tool and pitch recorder”. Consultado el 4 de junio de 2022.  
<http://intonia.com/index.shtml>.

Keller, Johannes. “Vicentino: Madonna il poco dolce”, vídeo de YouTube,  
[https://www.youtube.com/watch?v=bhGwjgZ8zIY&ab\\_channel=JohannesKeller](https://www.youtube.com/watch?v=bhGwjgZ8zIY&ab_channel=JohannesKeller).

Michigan Technological University. “Tuning. Frequencies for equal-tempered scale,  $A_4 = 442$  Hz”. Physics of music - notes. Consultado el 31 de julio de 2022,  
<https://pages.mtu.edu/~suits/notefreq442.html>.

Ministerio de Educación y Formación Profesional. “El sistema educativo español”. Consultado el 30 de junio de 2022,



<https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:1e5ece1b-5bb4-4cde-a410-0bb4baecb25c/sistema-educativo2010-11-pdf.pdf>.

Ministerio de Educación y Formación Profesional. “Enseñanzas Artísticas de Música”. Consultado el 30 de junio de 2022. <https://educagob.educacionyfp.gob.es/ensenanzas/artisticas.html>.

Orquesta Joven de Córdoba. “Sobre nosotros”. Consultado el 29 de julio de 2022. <https://orquestajovendecordoba.com/>.

Praat: doing phonetics by computer. “Functionality”. Consultado el 30 de junio de 2022. <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.

Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*, Edición del Tricentenario. Consultado el 28 de septiembre de 2021. <https://dle.rae.es/>.

Sengpielaudio. “Tontechnik - Rechner”. Consultado el 31 de julio de 2022, <http://www.sengpielaudio.com/calculator-centsratio.htm>.

The Chicago Manual of Style Online. “Notes and Bibliography or Author-Date?”. Citation Quick Guide. Consultado el 29 de julio de 2022. [https://www.chicagomanualofstyle.org/tools\\_citationguide.html](https://www.chicagomanualofstyle.org/tools_citationguide.html)

Tune!It - Musical Instrument Tuning Software. “Home”. Consultado el 18 de julio de 2022, <http://www.tune-it.com.au/index.html>.

Universitätsbibliothek Heidelberg. “Sammelhandschrift zur Musiktheorie: Musica Enchiriadis”. Heidelberg historic literature – digitized. Consultado el 18 de julio de 2022. <https://doi.org/10.11588/diglit.12322#0240>.

Violinmasterclass Youtube Channel. “Intonation: Which System to Use When”. Video de YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=QaYOWIIvgHg&t=1s&ab\\_channel=ViolinmasterclassesYouTubeChannel](https://www.youtube.com/watch?v=QaYOWIIvgHg&t=1s&ab_channel=ViolinmasterclassesYouTubeChannel).



# **ANEXOS**



## ANEXO I: GLOSARIO DE TÉRMINOS

A continuación, se ofrece un glosario de términos para la mejor comprensión de la terminología usada en el marco de este trabajo:

- Afinación → Correcto ajuste de las cuerdas o partes de un instrumento con arreglo a un modelo o sistema concreto de forma previa a su uso en la interpretación.
- Afinación/entonación pitagórica → Modelo o sistema de afinación/entonación en el que las alturas se obtienen por medio de quintas (3:2) y octavas (2:1) puras.
- Afinación pura o justa → Modelo o sistema de afinación/entonación en el que las alturas se obtienen por medio terceras (5:4), quintas (3:2) y octavas (2:1) puras.
- Afinación/entonación temperada → Ver Temperamento Igual.
- Cent → La centésima parte de un semitono derivado del sistema de Temperamento Igual.
- Circularidad → Cualidad de un temperamento circular. Ver temperamento circular.
- Coma pitagórica → La distancia que, en el marco del modelo de afinación/entonación pitagórico, existe entre dos notas enarmónicas equivalentes, por ejemplo, *si#* y *do*.
- Coma sintónica → La diferencia entre una tercera mayor pura (5:4) y una tercera mayor pitagórica (81:64).
- Entonación → Producción de alturas por medio de un instrumento previamente afinado.
- Modelo de afinación/entonación → Marco en función del cual se establecen las distancias entre distintas alturas, y que sirve de referencia a la hora de afinar un instrumento o de entonar una serie de notas.
- Quinta del lobo → Intervalo de quinta extremadamente disonante, resultado de la temperación de las quintas en el marco de un temperamento mesotónico. Ver temperamento mesotónico.
- Sistema de afinación/entonación → Ver Modelo de afinación/entonación.
- Temperación → Acción y efecto de temperar. Ver temperar.

- Temperado → En su uso más habitual: perteneciente o relativo al Temperamento Igual. Con menor frecuencia: resultado de la acción de temperar. Ver temperar.
- Temperamento → Modelo o sistema de afinación/entonación cuyos intervalos no pueden expresarse por medio de números racionales.
- Temperamento circular → Modelo o sistema de afinación/entonación en el que todas las tonalidades están disponibles.
- Temperamento Igual → Modelo o sistema de afinación/entonación en el que las alturas se obtienen mediante la división de la octava en 12 partes iguales.
- Temperamento Irregular → Modelo o sistema de afinación/entonación en el que las quintas están desigualmente temperadas.
- Temperamento mesotónico → En su versión más estricta, un modelo o sistema de afinación/entonación basado en terceras puras (5:4) y quintas rebajadas a razón de  $\frac{1}{4}$  de coma sintónica.
- Temperar → Modificar ligeramente una altura, especialmente si ha sido obtenida a través de ratios naturales.

## ANEXO II: CARTA DE PRESENTACIÓN Y DOSSIER

### Carta de presentación.

<p><b>Patrick Thomas Brady Caldera</b></p> <p>☎ (+34) 647984931</p> <p>✉ <a href="mailto:pabraca@gmail.com">pabraca@gmail.com</a></p>	 <p><b>Para</b></p> <hr/> <p>Conservatorio Oficial de Música "Esteban Sánchez" Calle Calvario, 2, 06800 Mérida, España</p>
---	---

Mérida, 15/09/2021

**Asunto:** Propuesta de colaboración en proyecto de investigación

A quien corresponda:

Como doctorando en el programa R017 de la Universidad de Extremadura (UEx), y junto con los directores D<sup>a</sup>. Antonia Rosario Guerra Iglesias, doctora y profesora titular de universidad, y D. Héctor Archilla Segade, doctor y profesor ayudante doctor en dicha universidad, me encuentro llevando a cabo una investigación en el ámbito pedagógico y musical que tiene como objetivo principal determinar y analizar las tendencias de entonación de una muestra de estudiantes de violín matriculados durante el curso 2021/2022 en seis centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura, en base a tres modelos teóricos diferentes: el sistema de afinación/entonación pura o justa, el sistema de Temperamento Igual y el sistema de afinación/entonación pitagórica.

A la finalidad arriba indicada se añade, por consiguiente, la futura lectura y defensa de mi proyecto de tesis doctoral, enmarcada en el antedicho programa de doctorado, y dirigida por los directores anteriormente citados.

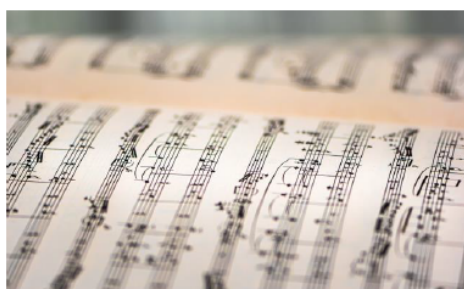
Así pues, teniendo en cuenta el altísimo papel que ustedes, como miembros de la comunidad educativa, tienen en la enseñanza, promoción, valoración y conservación de las artes en nuestra sociedad, solicito humildemente su colaboración en el marco del presente proyecto cuyo dossier adjunto a este documento, y cuyo fin último no es otro que el de contribuir, si bien de forma modesta, a la investigación y al conocimiento.

Atentamente,  
Patrick Thomas Brady Caldera

Dossier.



PROPUESTA DE  
COLABORACIÓN  
EN  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



*Elaborado por:*

*Patrick Thomas Brady Caldera,*

*Doctorando en el programa R017 de la Universidad de Extremadura*

Septiembre 2021



### **1. Delimitación del proyecto de investigación:**

**Título:** Tendencias de entonación en el alumnado de violín de la Comunidad Autónoma de Extremadura: un estudio sobre diversidad en el ámbito educativo y musical.

**Investigador:** Patrick Thomas Brady Caldera, doctorando en la Universidad de Extremadura.

**Marco:** Elaboración de tesis doctoral por parte del investigador arriba indicado.

**Ámbito de aplicación:** Conservatorios profesionales de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

#### **Objetivos del proyecto:**

1. Determinar y analizar las tendencias de entonación de una muestra de estudiantes de violín matriculados durante el curso 2021/2022 en seis centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura, en base a tres modelos teóricos diferentes: el sistema de afinación/entonación pura o justa, el sistema de Temperamento Igual y el sistema de afinación/entonación pitagórica.
2. Aportar evidencias empíricas que sustenten la necesidad de un nuevo enfoque pedagógico de la entonación.

#### **Participantes:**

- Alumnos de violín matriculados en los cinco últimos cursos (2º, 3º, 4º, 5º y 6º) de las Enseñanzas Profesionales de Música.
- Docentes de la especialidad de violín.
- Investigador del proyecto.

**Temporalización:** octubre 2021 – junio 2021, sin perjuicio de que, debido a diversas circunstancias, se pueda recurrir a una cierta flexibilización.

---

## 2. Justificación del proyecto de investigación:

Es bien sabido que todo proyecto nace de una necesidad o, al menos, de una inquietud. En el caso que nos atañe, necesidad e inquietud no sólo van de la mano, sino que también nos empujan al diseño e implementación de un proyecto de investigación que tiene como objetivo principal determinar y analizar las tendencias de entonación de una muestra de estudiantes de violín matriculados durante el curso 2021/2022 en seis centros localizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura, en base a tres modelos teóricos diferentes: el sistema de afinación/entonación pura o justa, el sistema de Temperamento Igual y el sistema de afinación/entonación pitagórica.

La elección de la entonación como elemento nuclear del presente proyecto se debe a la más que evidente relevancia de ésta en la formación de todo músico, y muy especialmente en el caso de aquellos cuyos instrumentos no cuentan con un sistema —trastes, teclas, etc.— que delimite la ubicación exacta de las diferentes alturas. Es ésta la situación, sin ir más lejos, del violín, cuya “difícil” relación con la entonación ha hecho correr no pocos ríos de tinta. No en vano, la pedagoga y violinista francesa Dominique Hoppenot afirmaba en su celebrado *best-seller* sobre la práctica violinística, *El violín interior*, que “el oído tolera sin rechistar, si proviene de un cantante, toda clase de portandos, vibratos o inflexiones de altura que le obligan a restituir la nota real escrita; en cambio, tratándose de un violinista un simple desmangue desgraciado que no llega a su sitio justo en el agudo, o una inocente octava donde los sonidos no consiguen el unísono absoluto, provocan de inmediato muecas en la sala”. Así pues, dada la evidente importancia de la entonación en la formación musical y violinística, y teniendo en cuenta asimismo que las Enseñanzas Profesionales de Música tienen como finalidad “proporcionar al alumnado una formación artística de calidad y garantizar la cualificación de los futuros profesionales de la música”, nos atrevemos a pedir su colaboración en el presente proyecto de investigación durante el curso 2021/2022.

### **3. Descripción de la participación en el proyecto de investigación:**

La participación en el presente proyecto, se llevará a cabo de la siguiente forma:

En primer lugar, se confeccionará un listado completo de participantes, quienes previamente habrán sido informados de la naturaleza del proyecto, y habrán dado su consentimiento expreso para ser grabados a nivel sonoro en los términos estipulados en el Anexo I. Dichos participantes serán identificados únicamente por sus iniciales, sexo y curso, salvaguardando así su privacidad.

Completados los listados, se acordará con el investigador una fecha o fechas para que éste pueda desplazarse al centro y realizar una grabación sonora de cada participante. Dicha grabación ha de tener lugar en las dependencias del centro, y siempre en presencia de un docente. La ejecución a grabar será la de un ejercicio corto que aportará el propio investigador. En este sentido, no es necesario ningún estudio o preparación previa por parte de los participantes.

#### **4. Plan de contingencia COVID-19:**

Dada la inestabilidad de la situación epidemiológica actual, provocada por la pandemia de SARS-CoV-2, el presente proyecto contempla, como no puede ser de otra manera, las medidas higiénico-sanitarias que están actualmente en vigor, a saber: uso de mascarilla, gel hidroalcohólico y distancia de seguridad. Así pues, el desarrollo del proyecto se llevará a cabo, tal y como se ha sugerido con anterioridad, respetando los horarios, normas, necesidades y circunstancias de cada centro, sólo siendo necesaria la presencia, en cada caso, del investigador, el participante y un docente, evitándose así la formación de aglomeraciones o agrupaciones innecesarias.

#### **5. Contacto:**

Patrick Thomas Brady Caldera

+34 647 984 931

[pabraca@gmail.com](mailto:pabraca@gmail.com)

**ANEXO I: Modelo de consentimiento informado para participación en proyecto de investigación.**

**ACTIVIDAD: Participación en Proyecto de Investigación**

ALUMNO/A

Apellidos:	Nombre:
Curso:	Sexo:

PADRE/MADRE/TUTOR

Apellidos:	Nombre:	D.N.I.:
------------	---------	---------

**AUTORIZACIÓN DE PARTICIPACIÓN**

En mi calidad de padre / madre / tutor del citado alumno/a, AUTORIZO a que participe en la actividad de referencia con arreglo a las normas que la regulan y bajo la autoridad de los responsables de dicha actividad.

En \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 202\_ Fdo.

✂.....

INFORMACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD

<b>Denominación:</b> Participación en proyecto de investigación derivado de la confección de una tesis doctoral.
<b>Fecha:</b> Aún por determinar, si bien será en horario y días lectivos.
<b>Localización:</b> Conservatorio
<b>Descripción:</b> Cada participante interpretará, en presencia de su tutor y un investigador, un pequeño ejercicio musical que será grabado únicamente a nivel sonoro.
<b>Investigador responsable:</b> Patrick Thomas Brady Caldera, doctorando en el programa R017 de la Universidad de Extremadura
<b>Contacto:</b> Patrick Thomas Brady Caldera; +34 647 984 931; <a href="mailto:pabraca@gmail.com">pabraca@gmail.com</a>

Objetivos de la actividad:

- Determinar las tendencias de entonación del alumnado.
- Aportar evidencias empíricas que sustenten la necesidad de un nuevo enfoque pedagógico de la entonación.

*La presente autorización deberá ser entregada al profesor tutor del participante.*

### ANEXO III: EJERCICIO DE ENTONACIÓN

$\text{♩} = 50$

0 4 0 4

8 4 4 4 4 4 4 0

15 4 2 4 4 4 4 4

22 4 0 4 1 4 3 4 1 4

30 3 4 0 4 0 4 0 4 1

38 4 4 1 4 4 2 4 0 4 2

47 3 0 4 3 2 1 4 0 0

**ANEXO IV: TABLA DE FRECUENCIAS CORRESPONDIENTES A LOS MODELOS TEÓRICOS DE ENTONACIÓN EMPLEADOS**

NOTAS <sup>397</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN JUSTA <sup>398</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN IGUALMENTE TEMPERADA <sup>399</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN PITAGÓRICA <sup>400</sup>
<i>sol</i> 3	196,44 hz	196,89 hz	196,44 hz
<i>la</i> 3	221,00 hz	221,00 hz	221,00 hz
<i>sib</i> 3	235,73 hz	234,14 hz	232,82 hz
<i>si</i> 3	245,55 hz <sup>401</sup> 248,63 hz <sup>402</sup>	248,06 hz	248,63 hz
<i>do</i> 4	261,92 hz <sup>403</sup> 265,20 hz <sup>404</sup>	262,81 hz	261,92 hz
<i>do</i> #4	276,25 hz <sup>405</sup> 279,70 hz <sup>406</sup>	278,44 hz	279,70 hz
<i>reb</i> 4	282,88 hz	278,44 hz	275,93 hz
<i>re</i> 4	294,66 hz	295,00 hz	294,66 hz
<i>re</i> #4	310,78 hz	312,54 hz	314,65 hz
<i>mib</i> 4	314,31 hz <sup>407</sup> 318,24 hz <sup>408</sup>	312,54 hz	310,43 hz

<sup>397</sup> Únicamente aquellas que aparecen en el ejercicio incluido en el anexo IV.

<sup>398</sup> Cálculo propio a partir de las ratios correspondientes.

<sup>399</sup> Frecuencias obtenidas de "Tuning. Frequencies for equal-tempered scale, A<sub>4</sub> = 442 Hz", Physics of music - notes, Michigan Technological University, consultado el 31 de julio de 2022, <https://pages.mtu.edu/~suits/notefreq442.html>.

<sup>400</sup> Cálculo propio a partir de las ratios correspondientes.

<sup>401</sup> En los ámbitos tonales de *sol mayor* y *si menor*.

<sup>402</sup> En los ámbitos tonales de *la mayor*, *la menor* y *si mayor*.

<sup>403</sup> En los ámbitos tonales de *sol mayor* y *sol menor*.

<sup>404</sup> En los ámbitos tonales de *la menor*, *sib mayor*, *do mayor* y *do menor*.

<sup>405</sup> En los ámbitos tonales de *la mayor* y *si menor*.

<sup>406</sup> En el ámbito tonal de *si mayor*.

<sup>407</sup> En los ámbitos tonales de *sol menor*, *sib mayor* y *sib menor*.

<sup>408</sup> En el ámbito tonal de *do menor*.

NOTAS <sup>397</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN JUSTA <sup>398</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN IGUALMENTE TEMPERADA <sup>399</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN PITAGÓRICA <sup>400</sup>
<i>mi</i> 4	331,50 hz <sup>409</sup> 327,40 hz <sup>410</sup>	331,13 hz	331,50 hz
<i>fa</i> 4	353,60 hz	350,82 hz	349,22 hz
<i>fa</i> #4	368,33 hz <sup>411</sup> 372,93 hz <sup>412</sup>	371,68 hz	372,92 hz
<i>sol</i> b4	377,17 hz	371,68 hz	367,90 hz
<i>sol</i> 4	392,88 hz <sup>413</sup> 397,80 hz <sup>414</sup>	393,78 hz	392,88 hz
<i>sol</i> #4	414,37 hz	417,19 hz	419,54 hz
<i>lab</i> 4	424,32 hz	417,19 hz	413,88 hz
<i>la</i> 4	442,00 hz	442,00 hz	442,00 hz
<i>la</i> #4	466,17 hz	468,28 hz	471,98 hz
<i>sib</i> 4	477,36 hz <sup>415</sup> 471,46 hz <sup>416</sup>	468,28 hz	465,64 hz
<i>si</i> 4	497,25 hz <sup>417</sup> 491,10 hz <sup>418</sup>	496,13 hz	497,25 hz
<i>do</i> 5	530,40 hz <sup>419</sup>	525,63 hz	523,84 hz

<sup>409</sup> En los ámbitos tonales de *la mayor*, *la menor*, *si mayor*, *do mayor*, *re mayor*, *re menor*, *mi mayor* y *mi menor*.

<sup>410</sup> En los ámbitos tonales de *sol mayor* y *si menor*.

<sup>411</sup> En los ámbitos tonales de *sol mayor*, *la mayor*, *si menor*, *re mayor*.

<sup>412</sup> En los ámbitos tonales de *si mayor*, *mi mayor* y *mi menor*.

<sup>413</sup> En los ámbitos tonales de *sol mayor*, *sol menor*, *sib mayor*, *si menor*, *re mayor* y *re menor*.

<sup>414</sup> En los ámbitos tonales de *la menor*, *do mayor*, *do menor*, *mi menor*, *fa mayor* y *fa menor*.

<sup>415</sup> En el ámbito tonal de *do menor*.

<sup>416</sup> En los ámbitos tonales de *sib mayor*, *sib menor*, *re menor*, *fa mayor* y *fa menor*.

<sup>417</sup> En los ámbitos tonales de *si mayor*, *do mayor*, *mi mayor* y *mi menor*.

<sup>418</sup> En los ámbitos tonales de *sol mayor*, *si menor* y *re mayor*.

<sup>419</sup> En los ámbitos tonales de *do mayor*, *do menor*, *re menor*, *mi menor*, *fa mayor* y *fa menor*.



NOTAS <sup>397</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN JUSTA <sup>398</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN IGUALMENTE TEMPERADA <sup>399</sup>	MODELO DE ENTONACIÓN PITAGÓRICA <sup>400</sup>
	523,85 hz <sup>420</sup>		
<i>do#5</i>	552,50 hz	556,88 hz	559,40 hz
<i>reb5</i>	565,76 hz	556,88 hz	551,86 hz
<i>re5</i>	589,32 hz <sup>421</sup> 596,70 hz <sup>422</sup>	590,00 hz	589,32 hz
<i>re#5</i>	621,56 hz	625,08 hz	629,30 hz
<i>mib5</i>	636,48 hz <sup>423</sup> 628,62 hz <sup>424</sup>	625,08 hz	620,86 hz
<i>mi5</i>	663,00 hz	662,25 hz	663,00 hz
<i>fa5</i>	707,20 hz	701,63 hz	698,44 hz
<i>fa#5</i>	736,66 hz	743,35 hz	745,84 hz
<i>sol5</i>	785,76 hz	787,55 hz	785,76 hz

<sup>420</sup> En el ámbito tonal de *sol mayor*.

<sup>421</sup> En los ámbitos tonales de *re mayor*, *re menor*, *fa mayor* y *sol mayor*.

<sup>422</sup> En el ámbito tonal de *mi menor*.

<sup>423</sup> En el ámbito tonal de *fa menor*.

<sup>424</sup> En el ámbito tonal de *sol menor*.

