



Conservatorio Superior de Música de
Castilla y León (COSCYL) Salamanca

**Trabajo Fin de Estudios para optar al Título Superior de la
especialidad de INTERPRETACIÓN, itinerario VIOLA**

LOS ARMÓNICOS EN LA VIOLA

Clasificación y principales ejemplos del repertorio

Alumno/a:

David Blanco de Paz

Tutor:

Néstor Pou Rivera

Cotutor:

Dimitri van Halderen

Salamanca, a 30 de mayo de 2021

Firma del tutor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jesús Albornoz". The signature is written in a cursive style with fluid, connected letters.

... porque, además de afanarse en la búsqueda de la verdad, como el resto de las matemáticas, la música está ligada al carácter: cada uno se hace en la vida según las armonías y ritmos que acostumbre a oír.

FRANCISCO DE SALINAS¹

Gracias a mi familia por todo el cariño y el apoyo incondicional.

A las violitas del COSCYL, los que ya se fueron y los que quedarán, mi segunda familia, y a Néstor, el líder de la banda, por tantos años en los que me ha forjado como músico.

A Maite, Elisa, Dispersita, Ugi, Cris, Almu y Marta por los consejos, abrazos y ser vía de evasión y felicidad siempre que las dos carreras pudieron conmigo. Os llevo dentro conmigo.

Al Trío Mena y al Cuarteto Legio, por la conexión especial, tantos buenos momentos, tanta buena música y hacerme sentir que el trabajo duro siempre se ve recompensado.

Y gracias a tantos buenos maestros: a Josemi por hacer que no deje de amar la física, a Alejandro Bustamante, siempre cercano y al máximo como persona y como profesor. Y sobre todo a Dimitri, por enseñarme que música y musicología no pueden vivir una sin la otra, por toda la ayuda, consejos, confianza y tiempo que depositó en mí y en mi trabajo.



¹ Salinas, F. (2013). *De Musica libri septem* (Bernardo García-Bernalt y Amaya García, Trad.). Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca (Obra original publicada en 1577). p. 15

RESUMEN

Los armónicos son una de las técnicas extendidas más comunes dentro de la cuerda frotada en la actualidad. Surgieron en el siglo XVIII, pero no se empezaron a utilizar de forma habitual hasta el siglo XX, con la aparición del espectralismo y su interés por la serie de armónicos, la textura y los nuevos timbres sonoros. La falta de estandarización de ésta técnica provoca confusión en los intérpretes, ya que existen simultáneamente diferentes formas de notación y ejecución disponibles. Encontramos diversos casos de armónicos en la literatura musical, pero poca bibliografía que explique el funcionamiento y ejecución de esta técnica. Referidos a la viola, los trabajos previos son muy escasos, incluso nulos en idioma español.

En este trabajo nos proponemos recopilar los tratados previos sobre armónicos dedicados al violín y al chelo (como I. Arditti, F. David, C. Forsyth o P. Strange) y ensayos sobre notación musical contemporánea (como K. Stone o E. Gould) y entonces clasificar y explicar todas las variantes de armónicos: naturales, artificiales, dobles y un largo etc. Incluiremos aquellas técnicas aún en desarrollo, como los subarmónicos y multifónicos trabajados por M. Kimura o M. Sotelo. Una vez claro el abanico de posibilidades, abordaremos los casos más relevantes de armónicos en el repertorio de viola solista, camerístico y orquestal, su notación y su ejecución. El principal objetivo del trabajo será lograr una detallada catalogación de los armónicos para viola, incluyendo una guía para la óptima interpretación que sirva de referencia y estandarización a futuras generaciones de violistas.

PALABRAS CLAVE

Acústica musical / Viola / Técnicas extendidas / Armónicos / *Son filé*

ABSTRACT

Harmonics are one of the most common extended techniques in bowed string instruments actually. They emerged in the 18th century, but did not become widely used until the 20th century, with the appearance of spectralism and its interest in harmonic series, texture and new musical timbres. The lack of standardization in this technique causes confusion into players, due to many ways of notating and playing exist simultaneously. We can spot various cases of harmonics in musical literature, but shallow bibliography that explains the behaviour and execution of this technique. Referring to viola, previous works are very poor, even null in Spanish.

In this research, we intend to compile the previous treatises about harmonics dedicated to violin and cello (like I. Arditti, F. David, C. Forsyth or P. Strange) and essays about contemporary musical notation (like K. Stone or E. Gould) and then sort out and explain all harmonic variants: natural, artificial, double and a long etc. We will include those techniques still in development, like subharmonics and multiphonics laboured by M. Kimura or M. Sotelo. Once clear the range of possibilities, we will board the main relevant harmonic cases into the soloist, chamber and symphonic violistic repertoire, its notation and execution. The main research's objective is achieving a detailed catalogue of harmonics for viola, including a guide for optimal performance that will serve as a reference and standardization to future generations of violists.

KEYWORDS

Musical acoustics / Viola / Extended techniques / Harmonics / *Son filé*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación del tema	4
1.2 Historia y funcionamiento de los armónicos	6
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN	9
2.1 Recopilación bibliográfica	9
3. OBJETIVOS	17
3.1 Metodología	18
3.2 Resultados esperados	18
4. MARCO PRÁCTICO	19
4.1 Análisis cuantitativo: Catalogación de los diferentes tipos de armónicos ...	19
4.1.1 Armónicos naturales	19
4.1.2 Armónicos naturales de múltiples nodos	23
4.1.3 Armónicos artificiales	24
4.1.4 El gráfico de Zukofsky	27
4.1.5 Medios armónicos / falsos armónicos	28
4.1.5 Armónicos microtonales	29
4.1.7 <i>Fawcett</i>	29
4.1.8 Armónicos en vibrato	30
4.1.9 Armónicos en pizzicato y col legno	31
4.1.10 Armónicos en glissando	31
4.1.11 Armónicos dobles	33
4.1.12 Armónicos con trinos	33

4.1.13 Multifónicos	34
4.1.14 Subarmónicos	36
4.2 Análisis cualitativo	40
4.2.1 La notación de los armónicos	40
4.2.2 Casos en repertorio solista	44
4.2.3 Casos en repertorio de música de cámara	46
4.2.4 Casos en repertorio orquestal	49
4.3 Guía de ejecución de armónicos	51
4.3.1 Cuestiones generales	51
4.3.2 Son filé	52
4.3.3 Estudios para practicar armónicos	54
5. CONCLUSIONES	56
5.1 Resumen de investigación	56
5.2 Influencias	57
5.3 Reflexión personal	58
6. BIBLIOGRAFÍA	60
6.1 Monografías	60
6.2 Webgrafía	63
6.3 Partituras consultadas	65
7. ANEXO 1: TABLA DE ARMÓNICOS EN LA VIOLA	67

LISTADO DE FIGURAS

1. Reglas de armónicos. Spohr, *Violinschule*
2. Serie armónica de do2. Olazabal, *Acústica musical y organología*.
3. Nodos y antinodos de las cuerdas al aire. Liu, *Artificial Harmonics on the Violin*.
4. Gráfico de armónicos. Mondonville, *Les sons harmoniques, sonates a violon seul avec la base continue*.
5. Terzo suono. Tartini, *Trattato di musica: secondo la vera scienza dell'a Armonia*.
6. Cuadro de armónicos. Zukofsky, *On Violin Harmonics*.
7. Diferentes notaciones para un mismo sonido. Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*.
8. Gráfico de coincidencia de nodos. Fallowfield, *Cello map: a Handbook of cello technique for performers and composers*.
9. Tabla de armónicos naturales. Elaboración propia
10. Demostración de suma de armónicos. Elaboración propia.
11. Registro de la viola, desde subarmónicos hasta armónicos artificiales. Elaboración propia.
12. Medios armónicos. Gould, *Behind Bars*
13. Armónicos microtonales. Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*.
14. Fawcett. Spahlinger, *Adieu m'amour*. II mov, c. 14
15. Seagull. Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*.
16. Multifónicos. Sotelo, *Muros de dolor... V*
17. Notación de la técnica del Chop. Driessen, *The Chop Notation Project*
18. Serie armónica y subarmónica. Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*.
19. Análisis espectrográfico del canto tibetano. Yoshinaga, *Some Phonatory Characteristics of Tibetan Buddhist Chants*
20. Subharchord. <http://www.subharchord.com/>
21. Kimura, *Gemini*, para violín solo.
22. La ejecución de subarmónicos. Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*.
23. Los 4 tipos de notación de armónicos. Elaboración propia
24. Mejoras en la notación propuestos por Elaine Gould. Gould, *Behind Bars*.
25. Lachenmann, fragmento de *Gran Torso*
26. Hübler, fragmento de *Fialektische Fantasie*.
27. *Son filé*. Galamian, *Interpretación y enseñanza del violín*
28. Estudio nº29. Kreutzer, *40 Studies or Caprices*
29. Sciarrino, *3 Notturmi Brillanti*
30. Knox, *Viola spaces: Harmonic Horizon*

1. INTRODUCCIÓN

Ningún otro periodo de la historia de la música ha aportado tanto desarrollo a la paleta musical del intérprete y a los recursos de escritura del compositor como la segunda mitad del siglo XX. El foco de atención musical, que primordialmente se centraba en la melodía y el ritmo, se desplazó. Influenciado por el desarrollo de los instrumentos musicales, la tecnología y la sociedad en general, el espectro de sonidos cambió. El hombre que componía música inspirado en el bosque o los pájaros ahora lo hace sugestionado por las ciudades, el tráfico o los ordenadores. Desde el siglo pasado el foco de atención reside en el timbre y la textura, experimentando con nuevos sonidos que provoquen nuevas sensaciones.²

Motivado por las exploraciones de nuevas fuentes de sonido, como los instrumentos digitales y electroacústicos, se amplió el abanico de posibilidades a base de experimentar con las técnicas que se utilizaban hasta el siglo XIX, llegando al punto de que éstas son ahora sólo una pequeña porción de las posibilidades de los instrumentos.³ En este trabajo nos centraremos en las técnicas extendidas, que son la materialización puramente sonora de esa búsqueda de innovación, sin tratar la otra gran propuesta: el “happening” o preocupación por cuidar el elemento visual en la ejecución.

Éstas nuevas técnicas se incorporan lentamente a la práctica musical por dos motivos. El primero es la falta de costumbre: el compositor debe imaginar un sonido que no está acostumbrado a escuchar, y el intérprete debe ejecutar un sonido que nunca antes ha tocado. Éstas obras inspiradas en algo nuevo a veces resultan un éxito inmediato, pero mayoritariamente resultan rechazadas por la sociedad a priori.⁴ Además, éstas técnicas resultan un nuevo reto para los intérpretes, tanto físico (de ejecución) como intelectual (de comprensión). Las piezas que las incluyen no cuentan con una dificultad mayor que obras de tipo virtuosístico al estilo de Paganini o Ernst, simplemente son menos conocidas.

² Sekulic, D. (2013). *Do you hear me? Handbook to contemporary violin notation*. Real Conservatorio de Música de Bruselas. Recuperado de http://dejanasekulic.com/essay-do_you_hear_me.pdf p.11

³ Strange, A. y Strange, P. (2001). *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. Berkeley: University of California Press. p. xi

⁴ Sekulic, *Do you hear me? Handbook to contemporary violin notation*.

Existe una barrera que impide la difusión de las técnicas extendidas, y es la percepción estética. Éstas técnicas se alejan a menudo del concepto tradicional de “sonido bello”, de *belcanto* italiano, asemejándose más a ruido, a rascado, ahuyentando al público, incluso al intérprete. Pero un sonido “no tradicionalmente bonito” también puede emocionar al oyente si se utiliza dentro de un contexto: son técnicas que producen timbres que pueden expresar dolor, angustia, miedo o enfado, por poner algunos ejemplos.

Cuando los compositores de música académica comenzaron a explorar dichas nuevas áreas compositivas pronto la notación convencional se vio insuficiente para reflejar las innovadoras técnicas musicales. Se volvió imprescindible la invención de nuevos signos de notación. Tras dos décadas de idiosincráticas instrucciones junto a las partituras y largas explicaciones por parte de los compositores las relaciones entre este último y los intérpretes se vio profundamente afectada. También influyó el hecho de que se perdieran las escuelas de composición con rasgos definidos dentro de las cuales cada compositor se incluía.

Comenzó en los años 70 un movimiento unificador de notaciones, creándose en Nueva York el *Índice de Nueva Notación Musical*, dirigido por Kurt Stone.⁵ Se celebró en 1974 en Gante, Bélgica, un congreso que reunió a más de 80 músicos, compositores, editores y musicólogos de decenas de países para discutir acerca de más de 400 nuevos símbolos musicales. Entre ellos, los referentes a la técnica extendida en la que nos centraremos en éste trabajo: los armónicos.

Los armónicos como técnica práctica para los instrumentos de cuerda aparecieron en el siglo XVIII, aunque no logró consolidarse debido a dos grandes motivos: por un lado, se consideraba a los armónicos como un conjunto de sonidos inferiores respecto a los “normales”.⁶ Por otro lado, no se recogieron dentro de los grandes tratados de didáctica instrumental de la época: ni en *Art of Playing on the Violin* de F. Geminiani (1751), ni en *Méthode du violon du conservatoire* de P. Rode (1903) ni en el *Versuch einer gründlichen Violinschule* de L. Mozart (1756).

⁵ Stone, K. (1980). *Music Notation in the Twentieth Century: A Practical Guidebook*. Nueva York: W. W. Norton & Co. p. xiii

⁶ Vincent, M. (2003). *Contemporary Violin Techniques: the timbral revolution*. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3965875/mod_folder/content/0/Contemporary%20Violin%20Techniques%20-%20Michael%20Vincent.pdf?forcedownload=1 p. 8

Más allá llegó Louis Spohr, afirmando que los armónicos no encajan en la técnica del instrumento por diferir demasiado del sonido original del instrumento, generando “melodías infantiles, alienígenas, que degradan el estatus de la familia de instrumentos de cuerda” (*Violinschule*, 1832).⁷ Explica que los grandes violinistas de la época (Tartini, Corelli, Viotti, Rode, Kreutzer o Pugnani) no los utilizaban, y si se han mantenido ha sido gracias a Paganini, que sí los utilizaba. Spohr sólo consideraba adecuados los dos primeros armónicos del espectro,⁸ del resto reza en su tratado a los estudiantes “ni perdáis el tiempo en estudiarlos” (Spohr, 1852).

But as many of the harmonic tones which can be produced on the Violin differ so much in sound from the natural tones of the instrument that they will immediately recognize them as foreign, and not belonging to the others, the good School only permits the use of such as do not transgress the above rule. These are, 1, the Octave; 2, the Fifth of the Octave; and 3, the double Octave, of each string, namely:

On the G string: on the D string: on the A string: and on the E string:

The middle of the string gives the Octave; two-third parts of the same, the fifth of the Octave; and three-fourth parts, the double Octave, whether measuring from the nut or the bridge. The harmonic tones must, however, always be taken on the side of the bridge, where they come out much easier than on any other part of the string. Consequently all applicable harmonic tones are taken on the same place as the like sounding natural tones.*

* The above-named harmonic tones, as not much differing in sound from the natural tones, have, intermixed with the latter, at all times been used by all good Violinists. All others, and particularly the artificial harmonic tones, must be rejected, because they so totally differ from the natural tones. It would be degrading this noble instrument to play whole melodies in such childish foreign tones. The great sensation which the celebrated Paganini has created, in recent times, by the renewal of the ancient and almost wholly forgotten harmonic playing, and by his eminent perfection in it, however alluring such examples may be, I must nevertheless seriously advise all young Violinists not to lose their time in such a study, or neglect what is more useful. In support of this view, I quote the greatest Violinists of every age; for instance, Pugnani, Tartini, Corelli, Viotti, Eck, Rode, Kreutzer, Baillot, Lafont, &c., of whom not one has ever played in the manner of Paganini. If even the harmonic playing was found to be an improvement in Violin playing, which good taste might justify, still it would, in sacrificing a round, full tone, be bought at too high a rate; for with this it cannot assimilate, as the harmonic tones only speak with very thin strings, on which it is impossible to produce a full tone.

1 Reglas de armónicos

Fuente: Spohr, 1852

⁷ Spohr, L. (1852). *Grand Violin School* (Ureli Hill, Ed.). Boston: Oliver Ditson Publisher (Obra original publicada en 1832).

⁸ Se refiere al segundo y al tercer parcial de la serie armónica, es decir, los dos primeros armónicos que se generan sobre la nota fundamental: uno a distancia de 8ª y el otro a distancia de 8ª + 5ª

1.1 Justificación del tema

Como comentamos anteriormente, a mitades de siglo XX aparecieron las técnicas expandidas para instrumentos de cuerda frotada: sistemas de amplificación eléctrica, sistemas innovadores de afinación o técnicas de percusión. Pero las principales están vinculadas a la ejecución de la mano derecha e izquierda del músico. Algunas técnicas vinculadas al arco son sobre el puente, sobre el tasto, detrás del puente, sobrepresiones de fuerza, flautatos o *col legno*. Entre las vinculadas a la mano izquierda encontramos *glissandos*, pizzicatos, microtonos o los armónicos.

Analizar los diferentes tipos de armónicos y su ejecución en la viola es un concepto importante ya que ha sido poco trabajado en artículos académicos anteriores, y nulamente investigado dentro de la lengua española. Dentro de las excepciones, además, los armónicos se han trabajado desde un punto de vista teórico, utilizándolo como ejemplo del fenómeno físico-armónico de las ondas estacionarias, pero no como algo práctico. A fecha de publicación del trabajo no hemos podido encontrar un trabajo que reúna todas las características buscadas enfocado en el instrumento de la viola.

El trabajo plantea un gran reto, visto que la viola, aquel “instrumento de construcción y medidas imperfectas”,⁹ no cuenta ni con las virtudes de sus hermanos mayores ni menores en la familia de instrumentos de cuerda frotada de cara a ejecutar armónicos. No posee las dimensiones del violín, entre 3 y 4 pulgadas más pequeño, por lo que la interpretación en la viola requiere un mayor grado de tensión del dedo en la cuerda para articular notas, sobre todo en posiciones altas. También hay mayor distancia entre notas, por lo que no se pueden ejecutar ciertas dobles cuerdas ni armónicos como sí se puede en el violín.

Por otro lado, tampoco cuenta con las ventajas del violonchelo o el contrabajo: su mayor tamaño y por ende mayor longitud, grosor y amplitud de vibración de cuerda permite al intérprete aislar más parciales de armónicos que en violín o viola. Tampoco puede la viola hacer uso del pulgar como dedo articulable, por lo que se pierde hipotética

⁹ TEDx Talks (2011). An Imperfect Instrument: Jennifer Stumm. *Youtube.com*. Recuperado en https://www.youtube.com/watch?v=8ewxApY3uO4&ab_channel=TEDxTalks

extensión de mano izquierda, no pudiendo entonces tocar ciertos armónicos que requieren intervalos muy grandes.¹⁰

El otro problema con el que nos topamos de entrada en el trabajo es la falta de literatura musical, tanto teórica como práctica, dedicada a los violistas. Recordemos que hasta el siglo XIX el papel del violista se encontraba menospreciado, según teoriza Samuel Adler, por dos motivos: rara vez se escribía la voz de viola como un ente independiente, sino más bien un relleno sencillo armónico. También era común que los violinistas que no tenían nivel suficiente para desempeñar su papel se reconvirtieran en violistas, lo que provocó que los compositores no confiaran en la sección.¹¹ Las primeras demostraciones del potencial de la viola llegaron en la segunda mitad del siglo XVIII con los conciertos de Hoffmeister, Zelter, Rolla o Stamitz.

El papel del instrumento comenzó entonces a ganar protagonismo gracias a compositores como Berlioz, Dvorak o Schumann, y se consolidó como instrumento virtuoso en el siglo XX con las obras de Hindemith, Bartók, Vaughan Williams, Walton, Bloch o las transcripciones para viola de William Primrose. Es en esta última etapa donde florecen las técnicas extendidas en nuestro instrumento.

Las técnicas extendidas no se enseñan en el grado profesional de música por lo que los alumnos llegan al Superior con dudas al respecto.¹² Se debe perder tiempo en ensayos seccionales de orquesta sinfónica, cuarteto de cuerda, clase individual o ensembles contemporáneos preguntando al profesor (o compositor cuando se puede) sobre cómo ejecutar éste o cómo debería sonar éste otro, encontrándose algunas notaciones incluso erróneas.

El tema de este trabajo se decidió durante una clase de Repertorio Orquestal del Superior de Castilla y León, donde el profesor nos hizo ver a los alumnos que, a pesar de habernos enfrentado a armónicos en repetidas partituras, ni teníamos claro su funcionamiento ni su notación. Nos marcamos entonces como meta investigar más.

¹⁰ Antequera, C. (2015). *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español* (Tesis Doctoral). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/45374.pdf> p. 270

¹¹ Adler, S. (2006). *El estudio de la orquestación* (Jaime M. Fatás y Luis M. Fatás, Trad.). Barcelona: Idea Books (Obra original publicada en 1982), p. 65

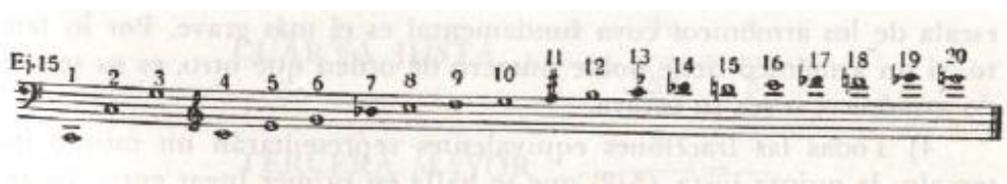
¹² Wei-Yan, S. (2018). *Breaking the sound barriers: extended techniques and new timbres for the developing violist* (Tesis Doctoral). Recuperado de <https://open.library.ubc.ca/media/download/pdf/24/1.0365754/4>

1.2 Historia y funcionamiento de los armónicos

La preocupación del hombre por comprender las leyes que rigen el sonido se remonta a siglos atrás, con el maestro griego Pitágoras y sus discípulos en el siglo VI a. C. Estudiaba las relaciones entre longitudes de cuerda y producía armónicos sencillos, utilizando todo ello como base matemática de especulaciones más complejas. Sus teorías, más las aportaciones que hicieron posteriormente Aristógenes y Aristóteles pasaron a través de los romanos hasta Boecio, autoridad científica del siglo VI d. C. que las recogió en su *De Institutione Musica*.¹³

En el siglo XV se comenzó a estudiar la acústica musical como disciplina independiente, primero con Bartolomé Ramos de Pareja y después con Francisco de Salinas, célebres músicos y humanistas pertenecientes a la Universidad de Salamanca.¹⁴ Mersenne, sacerdote, matemático y filósofo francés, formuló las cuatro leyes con las que explicar el comportamiento de las cuerdas vibrantes, consolidado después por d'Alembert y Euler. La acústica como la conocemos hoy en día se fundamentó en el siglo XIX con las contribuciones de siete grandes físicos: von Helmholtz, Tyndall, Rayleigh, Stokes, Bell, Edison y Koenig.¹⁵

Los armónicos (*harmonics* o *flageolets* en inglés) son, según el *New Grove*, “conjuntos de notas musicales cuyas frecuencias están relacionadas según razones de números enteros: dobles, triples, mitades, etc” (Campbell, 2014). Una serie armónica, por tanto, es aquella sucesión de sonidos cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia de una nota primordial, conocida como fundamental.¹⁶



2 Serie armónica de do2

Fuente: Olazábal, 1954. p. 59

¹³ Burkholder, P., Grout, D. y Palisca, C. (2015). *Historia de la música occidental* (8ª ed.). Madrid: Alianza Música. p. 63

¹⁴ Salinas, F. (2013). *De Musica libri septem* (Bernardo García-Bernalt y Amaya García, Trad.). Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca (Obra original publicada en 1577).

¹⁵ Rossing, T. (2014). *Springer Handbook of Acoustics* (2ª Ed.). Nueva York: Springer Publishing. p. 1

¹⁶ Campbell, M. (2001). Harmonics. *Grove Music Online*. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.43536>

Olazabal explica que cada armónico de un sonido complejo tiene sus propias características: el primero es el más intenso, y determina la altura. El segundo refuerza la fundamental, confirmando precisión a la sensación de altura cuando la fundamental es muy grave. El tercer y sexto armónico aportan un timbre nasal. El cuarto y el octavo intensifican las cualidades del segundo armónico (ya que son también octavas). El quinto armónico es muy importante, aporta un timbre cálido y redondo y forma junto al tercero y primero el acorde perfecto mayor. Otros armónicos como el onceavo, treceavo o quinceavo son más disonantes y menos potentes en cuanto a proyección.¹⁷

En 1822 el matemático francés Fourier demostró que cualquier onda, por compleja que fuera, se podía descomponer en un conjunto de ondas simples (o modos de vibración). A cada uno de esos componentes de la vibración se le llama *parcial*, siendo su frecuencia fundamental el primer armónico y a la vez el primer parcial.¹⁸ El primer armónico que obtendríamos en una viola rozando en el medio, por lo tanto, será el segundo parcial o segundo armónico de la serie.¹⁹

Es difícil percibir los elementos que componen la onda por separado, ya que se funden, “empastan” (en términos musicales) en un solo sonido con altura definida. Por otro lado, existen sonidos que no tienen una altura definida, instrumentos de percusión como cajas o campanas, cuyas frecuencias de vibración no están relacionadas entre sí, es decir, no son armónicas (también conocidos como inarmónicos).²⁰ Por ello, no siempre los sobretonos (sonidos por encima del sonido fundamental) son armónicos, sino que pueden ser inarmónicos.²¹

Al tocar en un instrumento de cuerda frotada una cuerda al aire escuchamos la frecuencia fundamental, por ejemplo, el sol3 del violín o la viola. Pero en realidad la cuerda se está excitando según la serie armónica de la nota fundamental, sonando ese sol3, su octava (sol4), su octava más la quinta (re5) y una larga sucesión de armónicos. La intensidad con la que se proyecten los armónicos es lo que diferencia un sol3 de una

¹⁷ Olazabal, T. (1954). *Acústica musical y organología*. Buenos Aires: Ricordi. p. 59

¹⁸ Campbell, M. (2001). Partial. *Grove Music Online*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.20975>

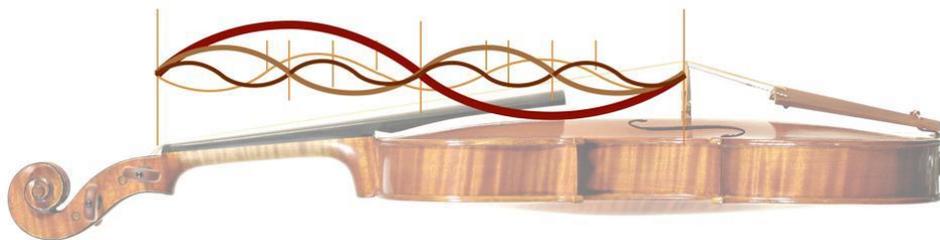
¹⁹ Esto suele traer problemas de denominación entre intérpretes, y es cierto que resulta contraintuitivo llamar primer parcial a una cuerda al aire. Sin embargo, no debemos olvidar que tanto la teoría como la terminología proviene del campo de la física y la acústica musical, abstractas.

²⁰ Campbell, M. (2001). Iharmonicity. *Grove Music Online*. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.13801>

²¹ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 113

viola, un clarinete o una marimba, es decir, los armónicos son lo que aportan el timbre característico a cada instrumento. Esto se puede calcular en forma de análisis armónico o análisis de Fourier.

La técnica conocida como armónicos en instrumentos de cuerda frotada permite discriminar entre todos aquellos múltiplos que produce una nota fundamental, rozando en un nodo. Un instrumento de cuerda frotada produce ondas estacionarias transversales, formadas por la interferencia de dos ondas de igual amplitud y frecuencia que avanzan en sentido opuesto (originadas en el punto de excitación, de contacto de la cuerda con el arco). Esta onda permanece confinada en un espacio, entre el puente y el dedo o cejilla, y está formada por puntos de máximo movimiento, vientres o antinodos y puntos de nulo movimiento, o nodos. Estos se pueden considerar como puntos de la cuerda donde ésta se divide en relación de números enteros.²²



3 Nodos y antinodos de las cuerdas al aire

Fuente: <https://ysjournal.com/artificial-harmonics-on-the-violin/>

Rozando en un nodo de un armónico, a pesar de no parar la vibración de la cuerda, sí que interrumpimos los antinodos que generaban en el mismo punto armónicos más graves, por lo que sólo escucharemos a partir de ese armónico excitado. Al ser el armónico excitado la nueva frecuencia más grave que escucharemos, pasará a ser la nueva nota real.²³ Retomando el ejemplo anterior, si a una cuerda al aire sol³ rozamos justo en el centro de la cuerda estaremos privando a la cuerda de vibrar en su estado fundamental ya que ahí se encuentra un antinodo, y la serie armónica sonará a partir de su segundo armónico, el sol⁴, ya que en ese punto se encuentra un nodo. Es por esto que podemos obtener el mismo armónico excitando diferentes puntos de una cuerda, ya que todos ellos son nodos de la misma onda.

²² Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 115

²³ Fallowfield, E. (2009). *Cello map: a handbook of Cello technique for performers and composers* (Tesis Doctoral). Recuperado de https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/960/2/Fallowfield_10_PhD.pdf p. 130

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1 Recopilación bibliográfica

En primer lugar, tendremos en cuenta los tratados generalistas sobre acústica musical. En primer lugar y más importante, el *De Institutione Musica*, disponible en la biblioteca histórica de nuestra Universidad de Salamanca de Boecio, filósofo y poeta que se encargó de rescatar en el siglo XIII el pensamiento de la cultura griega y romana sobre música, aritmética y astronomía.²⁴ A través de él conocemos las posturas sobre acústica y armonía de filósofos como Pitágoras o Aristóteles. También *Musica practica*, de Ramos de Pareja y *De Musica libri septem*, de Francisco de Salinas; ambos grandes tratados de teoría musical renacentista donde, además de hablar sobre armonía, ritmo o afinación, hacen un análisis detallado del monocordio y las relaciones matemáticas de sus divisiones²⁵. Como tratado que recoja el pensamiento de todos los autores anteriores, imprescindible el libro *Acústica y Organología*, escrito en el siglo XIX por el político, matemático y apasionado de la música vasco Tirso de Olazábal.²⁶

A continuación, expondremos los tratados de música que tratan los armónicos de forma práctica y que han servido de base con la que los compositores escribieron ésta técnica extendida en instrumentos de cuerda frotada. Como veremos, hasta llegado nuestro siglo, todos los tratados sobre armónicos se centran en el violín. De todas maneras, salvo algunas excepciones como explicaremos más adelante, todo es extrapolable a la viola, simplemente transponiendo un intervalo de quinta justa descendente (y teniendo en cuenta cambios de clave).

El primer documento en el que tenemos constancia de aplicaciones prácticas de armónicos, según Vincent, son las sonatas de 1738 para violín solo con bajo continuo op. 4 de Jean-Joseph de Mondonville.²⁷ Prestigioso violinista y compositor francés contemporáneo de Rameau, escribió en el prefacio instrucciones detalladas sobre cómo

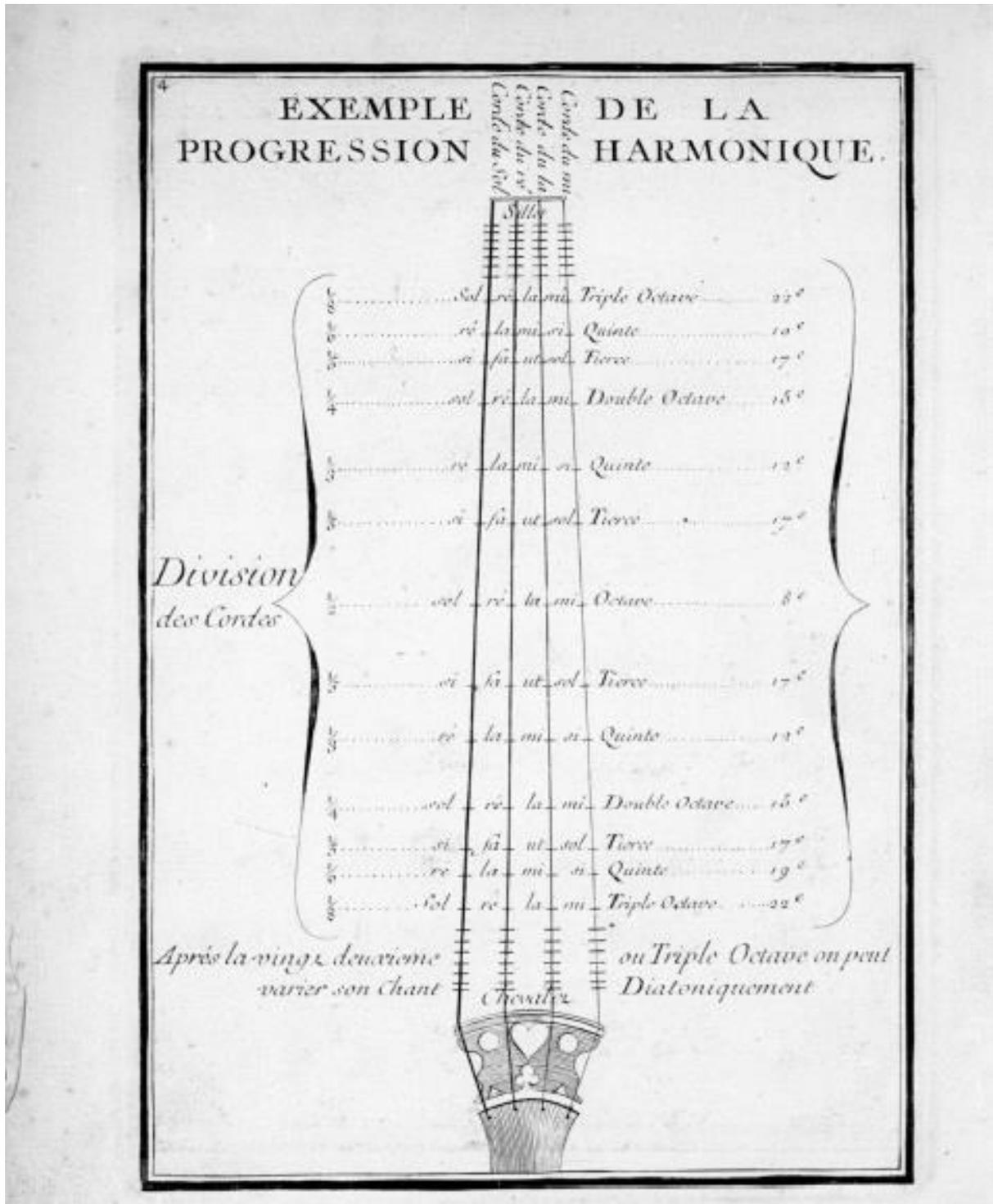
²⁴ Boecio, A. (480 – 524 d.C.). *De Institutione musica* (Ms. 525). Salamanca: Fondo Antiguo de la Universidad de Salamanca.

²⁵ Salinas, *De Musica libri septem*

²⁶ Olazábal, *Acústica musical y organología*.

²⁷ Vincent, *Contemporary Violin Techniques*. p. 8

ejecutar los 8 primeros parciales de la serie armónica. Dichas sonatas hacen un uso considerable de los parciales de la serie 2, 3, 4 y 5.



4 Cuadro de armónicos de Mondonville

Fuente: Mondonville, 1738, p. 8

El siguiente gran tratado que utilizaremos es el *Trattato di Musica secondo la vera scienza dell' Armonia* publicado por Giuseppe Tartini en 1754. Se trató de uno de los mayores virtuosos del violín barroco, perteneciente al estilo galante, decisivo en los avances de la técnica de los instrumentos de cuerda frotada e impulsor de innovaciones organológicas (especialmente en los arcos) e investigaciones acústicas. Basándose en los trabajos previos de Zarlino y Rameau desarrolló desde 1714 el concepto de *terzo suono*, que utilizaremos al hablar de subarmónicos. Ese tercer sonido es la nota adicional que se escucha al tocar dos notas simultáneamente, y su frecuencia es la diferencia de las dos notas ejecutadas. En función del intervalo que se ejecute entonces se escucharía un tercer tono u otro. La obsesión de Tartini por explicar éste fenómeno le llevó a escribir este tratado, una mezcla de conceptos musicales, matemáticos, algebraicos incluso metafísicos.²⁸



Fuente: Tartini, 1754, p. 14

Entrando en el siglo XIX tenemos los primeros tratados específicos para violín que hablan sobre armónicos. Primero *Violinschule* de Louis Spohr, publicado en 1832. Fue considerado el mejor violinista alemán de la época, considerado el inventor de la mentonera (también llamada barbada) en 1820, de las letras de ensayo en partituras generales y de los primeros músicos en dirigir orquesta con batuta.²⁹ Su tratado se convirtió en una referencia global sobre golpes de arco, estilo, articulaciones, dobles cuerdas o armónicos. Como ya comentamos en la introducción, estaba en contra del uso de armónicos.³⁰

El sucesor de Spohr, su alumno Ferdinand David, fue el siguiente en escribir sobre armónicos en la segunda parte de su tratado *Violinschule*, denominada *Der vorgerückte Schüller* (el alumno avanzado) datada en 1863. Es el primer tratado que hace una

²⁸ Tartini, G. (1754). *Trattato di musica: secondo la vera scienza dell'a Armonia*. Padua.

²⁹ Radio Clásica (2021). Interactivo monográfico: Louis Spohr, hacia lo romántico. *Rtve.es*. Recuperado en <https://www.rtve.es/radio/20210405/spohr-interactivo-rc/2084288.shtml>

³⁰ Spohr, *Grand Violin School*

catalogación extensa sobre los diferentes tipos de armónicos naturales y artificiales en el violín, además de armónicos dobles. Todo ello lo acompaña el virtuoso violinista y compositor alemán de ejemplos en forma de escalas y arpeggios para practicar los armónicos. A diferencia de su maestro Spohr, David sí aprueba el uso de armónicos, mas deja claro que se deben utilizar “con moderación y buen gusto” (David, 1901).³¹

Después de Ferdinand David encontramos un vacío de más de un siglo donde no se escribieron tratados teóricos sobre el método de ejecución de armónicos. Sin embargo, en éste espacio que comprende el romanticismo tardío y el nacionalismo musical, entre mitad del siglo XIX y mitad del siglo XX, proliferaron los compositores que incluían armónicos naturales y artificiales en sus obras, como P. Hindemith, M. Ravel, I. Stravinsky o R. Strauss.

Ante ésta primera popularización de armónicos en los instrumentos de cuerda frotada surge la necesidad de organizar y clasificar todas las opciones y variantes de armónicos. El primer artículo que trata en específico los armónicos en instrumentos de cuerda, *On Violin Harmonics*, lo escribió el violinista y director americano especializado en música contemporánea Paul Zukofsky. Lo escribió para la revista *Perspectives of New Music* en 1968. Hace un repaso a conceptos sobre armónicos ya vistos en David y después profundiza en cuestiones de afinación que veremos más adelante. Lo más importante del artículo es que confecciona un “cuadro de armónicos”, a modo de síntesis de todas las opciones posibles con el violín. En el desarrollo de nuestro trabajo lo adaptaremos para la viola.³²

En 1980 aparece la primera monografía que destina un capítulo completo a la notación de armónicos: *Music Notation in the Twentieth Century: a practical guidebook* del editor y musicólogo alemán afincado en norteamérica Kurt Stone. Explica las reglas consensuadas en el congreso de notación contemporánea de Gante en 1974, y especifica el método correcto para escribir armónicos, tanto naturales como artificiales.³³

³¹ David, F. (1901). Part II: The advanced pupil. *Violin School* (Carl Fischer, Trad.). Nueva York: Carl Fisher Publisher (Obra original publicada en 1863). p. 59

³² Zukofsky, P. (1968). On Violin Harmonics. *Perspectives of New Music*. 6:2, 174-181. Recuperado de <https://doi.org/10.2307/832360> p. 178

³³ Stone, *Music Notation in the Twentieth Century*. p. 311

PERSPECTIVES OF NEW MUSIC

Resultant

The image shows a musical score for a piece titled "Resultant". It consists of 11 staves, numbered 0 to 10 from bottom to top. The notation is in treble clef. The top staff (staff 10) contains a series of notes with various accidentals: a natural note, a flat, a natural, a flat, a natural, a flat, a natural, a flat, and a natural. Below this, the other staves contain various chords and notes, many of which are labeled with Roman numerals (IV, III, II) indicating chord functions. The bottom staff (staff 0) starts with the instruction "(Natural)" and contains several notes and chords, some labeled with Roman numerals (IV, III, II). The overall structure is a vertical sequence of musical elements across the staves.

Dos años más tarde escribe Samuel Adler, compositor, director americano de orquesta y profesor en la Juilliard School de Nueva York su *Estudio de la Orquestación*. Analiza detalladamente todo lo relacionado con la formación de una orquesta y los efectos que cada instrumento puede ejecutar. Incluye una detallada guía sobre cómo producir armónicos naturales y armónicos artificiales de distancia de 4ª. Al final hace una pequeña alusión a los otros armónicos artificiales, subarmónicos y medios armónicos, advirtiendo que no los recomienda para música orquestal o de cámara, dado a su poca proyección, mal empaste y reducida probabilidad de acierto.³⁴

En 1962, y traducido al español en 1998, otro profesor de la Juilliard School escribe un tratado importante para nuestro trabajo: Ivan Galamian, su *Interpretación y enseñanza del violín*. Este es uno de los tratados más importantes de pedagogía musical para instrumentos de cuerda frotada, aunando los aspectos técnicos de la escuela rusa y la franco-belga. Aporta las instrucciones y los ejercicios de preparación necesarios para perfeccionar la técnica de los armónicos: articulación, velocidad, presión y punto de contacto. Será nuestro libro de referencia para redactar una guía útil a otros violistas.³⁵

La última gran referencia bibliográfica centrada en técnicas extendidas fue escrita en 2001, *The Contemporary Violin: extended performance techniques*, por los hermanos Allen y Patricia Strange. Surgió dentro de una iniciativa por documentar las técnicas extendidas de los diferentes instrumentos de la orquesta (la colección también incluye tratados sobre flauta, contrabajo, trombón, clarinete, guitarra y arpa de pedales). Un tratado muy completo que estudia todas las técnicas extendidas del violín, con ejemplos en su literatura musical. Es tan completo y detallado en cuanto a las diferentes subvariantes de armónicos (naturales, artificiales, subarmónicos, multifónicos, armónicos tensados...) que sentó los cimientos sobre los que construimos éste trabajo.³⁶



7 Ocho diferentes notaciones para un mismo sonido

Fuente: Strange, 2001, p. 121

³⁴ Adler, *El estudio de la orquestación*, p. 41

³⁵ Galamian, I. (1998). *Interpretación y enseñanza del violín* (Elisabeth Green, Trad.). Madrid: Editorial Pirámide (Obra original publicada en 1962).

³⁶ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*.

Como gran tratado sobre notación musical contamos con *Behind Bars*, de Elaine Gould, editora profesional en Faber Music desde 1987 y una eminencia en el campo de la notación. Como promete el título, se trata de la *Definitive Guide to Music Notation*. Reúne todas las reglas y convenciones sobre notación que se tenían hasta el momento de edición de la monografía (2011), con más de 1500 ejemplos musicales, desde Bach hasta Xenakis. Dentro de la escritura idiomática de los instrumentos de cuerda será especialmente útil su apartado sobre armónicos.³⁷

Entre otros tratados relevantes sobre teoría de armónicos y su ejecución en instrumentos de cuerda encontramos el libro del violinista británico especializado en música contemporánea Irvine Arditti, con su *Techniques of Violin Playing* publicado en 2012.³⁸ También serán útiles artículos de investigación, como *Do you hear me? Handbook to contemporary violin notation* de Dejana Sekulić, *Contemporary Violin techniques: the timbral revolution* de Michael Vincent o *A Handbook of cello technique for performers and composers* de Ellen Fallowfield.^{39 40 41}

En español sólo tenemos la tesis *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español*, de la profesora de violín valenciana Carmen Antequera Antequera.⁴² Todos ellos, bastante actuales, exploran los límites más complejos de los armónicos, como armónicos de múltiples nodos o multifónicos.

Referidos específicamente a nuestro instrumento solo encontramos la tesis doctoral de la violista canadiense Sarah Wei-Yan, *Breaking the sound barriers: extended techniques and new timbres for the developing violist*, que hace un repaso por las principales técnicas contemporáneas y su uso en la viola: pizzicato de mano izquierda, armónicos, glissandos y cambios de velocidad, presión y punto de contacto del arco.⁴³

Entre los interrogantes que aún no han sido completamente resueltos encontramos la cuestión de los subarmónicos y de los multifónicos. Aún se está confeccionando una

³⁷ Gould, E. (2011). *Behind Bars: The Definitive Guide To Music Notation*. Londres: Faber Music Publications.

³⁸ Arditti, I. (2013). *The Techniques of violin playing*. Kassel: Bärenreiter-Verlag

³⁹ Sekulic, *Do you hear me? Handbook to contemporary violin notation*.

⁴⁰ Vincent, *Contemporary Violin Techniques: the timbral revolution*.

⁴¹ Fallowfield, *Cello map: a Handbook of Cello technique for performers and composers*

⁴² Antequera, *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español*.

⁴³ Wei-Yan, *Breaking the sound barriers: extended techniques and new timbres for the developing violist*

técnica que permita a los músicos ejecutarlos con suficiente confianza como para incluirlos en conciertos, y entre los principales investigadores contamos con dos grandes violinistas: Nathan Cole y Mari Kimura. El primero es concertino de la Filarmónica de Los Ángeles desde 2011, y compagina la vida concertística con la investigadora, divulgando contenido a través de artículos en la revista *The Strad*, su página web, su podcast semanal *Stand Partners for Life* y su canal de YouTube.⁴⁴

Mari Kimura, violinista japonesa, es la principal impulsora hoy en día de la técnica de los subarmónicos. Imparte clase de performance ligada a computación en Juilliard School, compone obras para violín solo y violín con electrónica y transmite sus conocimientos a través artículos en de la revista *Strings Magazine* y su página web. También podemos ver el estado actual de su investigaciones a través de sus diálogos con Nathan Cole en foros especializados para violinistas.⁴⁵

⁴⁴ Cole, N. (2016). The one-minute bow: beautiful violin tone with Son Filé. *Youtube.com*. Recuperado en https://www.youtube.com/watch?v=WnH6EvzCk8&ab_channel=NathanCole

⁴⁵Ferris, E. (2007). Subharmonics. *Violinist.com*. Recuperado en <https://www.violinist.com/discussion/archive/11249/>

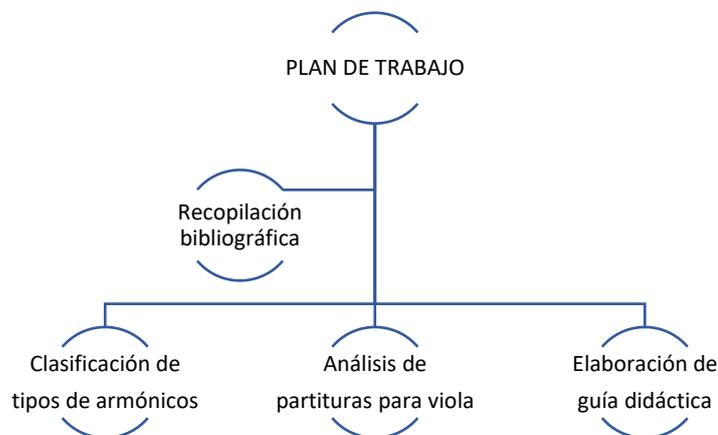
3. OBJETIVOS

El objetivo principal de éste trabajo es confeccionar una *ópera omnia* de la técnica extendida conocida como armónicos: su explicación teórica, su sistema de ejecución y su notación. Utilizaremos como herramienta los campos de la musicología histórica, la teoría musical, el análisis de partituras y la interpretación musical. Todo ello con una motivación que consideramos imprescindible en un trabajo de investigación, y es que trascienda de lo meramente teórico y anecdótico y consiga ser de utilidad a futuros músicos.

Como objetivos secundarios buscamos comprobar cuántos de los armónicos se pueden interpretar en la viola. Nos preguntamos cuáles son posibles de ejecutar en el violín o el violonchelo que en nuestro instrumento no sea posible, o viceversa, y por qué. También ahondaremos dentro de las técnicas extendidas relacionadas con los armónicos más recientes, los multifónicos y los subarmónicos. ¿Son éstos interpretativamente posibles?

Recopilaremos después los principales casos prácticos de armónicos de todo tipo dentro de la literatura musical de la viola: solista, de cámara y orquestal.

Por último, buscaremos, mediante el entendimiento de la naturaleza de los armónicos, las claves para ejecutar de la forma más satisfactoria posible esta técnica en la viola. Cribaremos los principales métodos para instrumentos de cuerda frotada en busca de los consejos técnicos, ejemplos y ejercicios adecuados para que el violista (aunque esperamos que sea útil a violinistas, violonchelistas y contrabajistas) perfeccione la técnica de los armónicos.



Fuente: elaboración propia

3.1 Metodología

Una vez recopilada toda la bibliografía posible sobre los armónicos en instrumentos de cuerda, procederemos a trabajar con esa información con dos enfoques diferentes. En primer lugar, un análisis cuantitativo, en el que recogeremos todas las variantes de armónicos existentes y explicaremos tanto su sentido teórico como su aplicación práctica.

En segundo lugar, llevaremos a cabo un análisis cualitativo, donde haremos un vaciado y clasificación de partituras para viola y aislaremos aquellos casos con una cantidad relevante de técnicas extendidas y armónicos. Al ser tan grande la literatura violística, será necesario primero entrevistarme con profesores del conservatorio que nos ayuden a identificar las obras relevantes para esta investigación.

Hemos contado con la inestimable ayuda de los profesores de viola Iván Martín y Néstor Pou, el profesor de cámara Dimitri van Halderen, Alejandro Bustamante, profesor de cuarteto de cuerda, Óscar Piniella, musicólogo y especialista en análisis de la música contemporánea y Jonathan Brown, violista e integrante del reconocido Cuarteto Casals. Analizaremos dichos fragmentos musicales y aclararemos su notación. No ha sido posible obtener ejemplos musicales de algunas partituras por encontrarse descatalogadas o ser de difícil acceso. Hemos también intentado contactar con los compositores, como por ejemplo Mauricio Sotelo, vía E-mail, sin éxito.

3.2 Resultados esperados

A través de éste trabajo pretendemos aclarar todos los tipos de armónicos diferentes existen, y cuántos de ellos son ejecutables en la viola. También dar a conocer los últimos avances en técnicas extendidas en instrumentos de cuerda: los multifónicos y los subarmónicos. A mayores pretendemos analizar los principales casos dentro del repertorio violístico que incluyen armónicos, y corregir armónicos notados incorrectamente o de forma ambigua fundamentados en todo el respaldo teórico aquí expuesto. Por último, elaborar una pequeña guía que sirva a futuros intérpretes de viola a perfeccionar su técnica de armónicos y conocer las mejores combinaciones de digitación para resolver pasajes complejos de la forma más efectiva y simple posible.

4. MARCO PRÁCTICO

4.1 Análisis cuantitativo: Catalogación de los diferentes tipos de armónicos

4.1.1 Armónicos naturales

Los armónicos naturales se obtienen al rozar suavemente una cuerda al aire en varios puntos, llamados nodos. A los resultados obtenidos se les llama armónicos o parciales, siendo la propia cuerda al aire el primer armónico, primer parcial o nota fundamental.⁴⁶

Se pueden obtener diferente número de armónicos en función del instrumento. Adler explica que en el violín se pueden obtener 6 armónicos naturales diferentes, pero en la viola, violonchelo y contrabajo se pueden lograr dos armónicos extra, gracias a la mayor longitud y grosor de la cuerda.⁴⁷ Los primeros armónicos tienen un mayor margen de colocación del dedo que roza la cuerda, por lo que son más sencillos de ejecutar. Aun así, Arditti habla sobre el séptimo parcial de la serie para el violín, el “armónico de cuarta aumentada” por ser a la distancia respecto a la cejilla donde se encuentra el segundo nodo de dicho armónico. Arditti reconoce que es muy difícil de encontrar y que “no debe usarse a menos que sea imprescindible” (Arditti, 2013).⁴⁸

La notación estandarizada, como recogió Kurt Stone, es mediante un círculo encima de la nota que se quiere que suene. En caso de que se pueda realizar en varias cuerdas se debe especificar. Una notación no convencional pero que puede ser útil para aquellos armónicos menos comunes, donde se puede dudar en el método de ejecución, es la escritura en cabezas de diamante de las notas que se deben rozar.

Como comentamos en la introducción de los armónicos, en varios nodos de la cuerda se puede producir el mismo armónico. Dichas opciones se encontrarán de la mitad de la cuerda hacia la cejilla o hacia el puente. Los armónicos rozados en la mitad cercana al puente coinciden la nota rozada con la nota real, lo cual puede ser una ventaja respecto a los nodos que producen armónicos en la otra mitad (en posiciones más bajas y cómodas

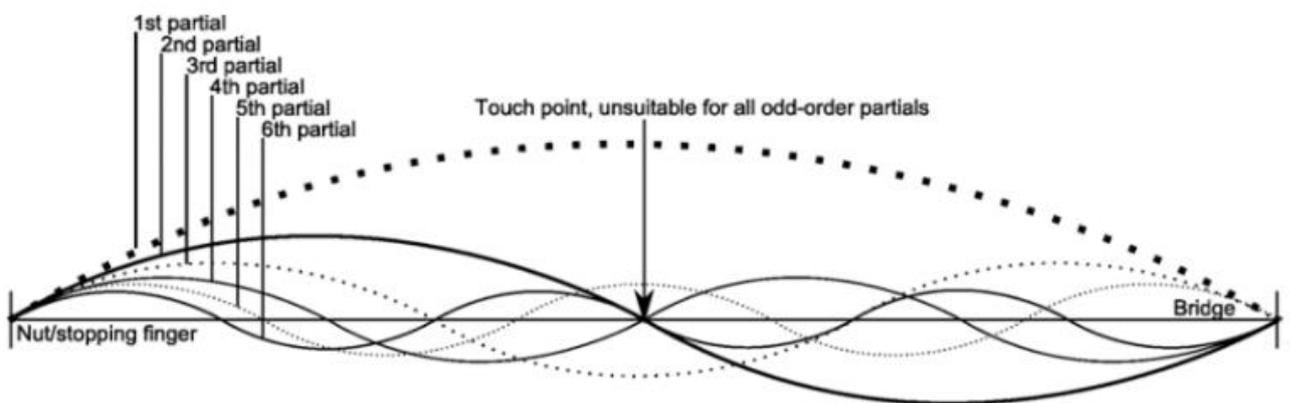
⁴⁶ Strange, *Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 115

⁴⁷ Adler, *Estudio de la orquestación*. p. 41

⁴⁸ Arditti, *The Techniques of Violin Playing*. p. 57

a la mano) ya que se puede buscar primero la nota. Además, como indica Sciarrino en las leyendas explicativas de sus partituras, cuanto más cerca se encuentran los nodos a rozar del puente, necesitan más presión de los dedos para ejecutar el armónico.⁴⁹

Si se presiona suavemente en un punto en los que coincidan varios nodos de vibración, el sonido que se proyectará será el perteneciente al armónico más grave. Por ello, a pesar de que los armónicos más altos tienen múltiples nodos, los dos únicos útiles son los más cercanos a los extremos de la cuerda, ya que no coincidirá nunca con nodos de armónicos inferiores. Por ejemplo, el 4º armónico de la cuerda sol³ tiene tres nodos: 1/4, 2/4 y 3/4. Los nodos extremos generarán el armónico deseado, pero el intermedio no, ya que 2/4 es igual a 1/2, es decir, coincide el nodo con el nodo del armónico nº 2, y al ser más grave será el que suene.



8 Coincidencia de nodos

Fuente: Fallowfield, 2009, p. 126

Al tener menor contenido en parciales, el sonido de los armónicos se suele describir como un sonido puro.⁵⁰ Cada armónico más agudo que se produce contiene menos armónicos que el anterior, por lo que el primer armónico, primer parcial o cuerda al aire será el más intenso, después el sonido se irá debilitando hasta no distinguirse.

El fenómeno de la serie armónica no genera sonidos de afinación temperada, sino con ligeras fluctuaciones de cents respecto al temperamento igual.⁵¹ Es por ello que se

⁴⁹ SCIARRINO, S. (1992). *Sei Quartetti Brevi*. Milán: Ricordi.

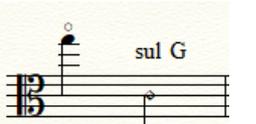
⁵⁰ Antequera, *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español*. p. 235

⁵¹ Fallowfield, *Cello map: a Handbook of Cello technique for performers and composers*. p. 131

debe entrenar a la mano a colocar los dedos para general armónicos de forma diferente a como haríamos en notas normales. Por ejemplo, entre el armónico 5 y el 6 hay una distancia de semitono. Sin embargo, el semitono es más grande que el semitono “estándar” actual que encontraríamos en un piano, ya que el armónico 5 es más grave y el armónico 6 ligeramente más agudo respecto al sistema temperado.

En la siguiente Tabla1 a continuación incluimos los 6 primeros armónicos naturales que se pueden producir, los posibles de obtener en cualquier viola, aquellos que forman el acorde perfecto mayor. Indicaremos el lugar donde se debe colocar el dedo en la cuerda (que nota se debe rozar), la nota real (que sonará finalmente), ejemplos gráficos de notación de armónico y de colocación de dedo y detalles de afinación a tener en cuenta.

A pesar de que I. Arditto explicaba, como ya plasmamos anteriormente, que la viola podía generar los parciales 7 y 8, a efectos prácticos no es así. Aunque depende de cada instrumento, por lo general se puede conseguir proyectar armónicos naturales con seguridad, definición, afinación y estabilidad hasta el sexto parcial, por eso será el límite que trabajemos a continuación.

ARMÓNICO PARCIAL	PUNTO ROZADO DIVISIÓN DE LA CUERDA	DETALLES DE AFINACIÓN	EJEMPLO Y RESULTADO	NOTACIÓN
1° Fundamental	Sin rozar, cuerda al aire (Sol3)		Sol3 Cuerda al aire de violín/viola	
2°	Rozar a 1/2 de cuerda (Sol4)	La nota rozada y la producida es la misma	Sol4 (8ª)	
3°	Rozar a 1/3 de cuerda (Re4) “De quinta justa” “De cuarto dedo”	Ligeramente alto (+2 cent)	Re5 (8ª + 5ª)	
4°	Rozar a 1/4 de cuerda (Do4) “De cuarta justa” “De tercer dedo”		Sol5 (8ª + 8ª)	
5°	Rozar a 1/5 de cuerda (Si3) “De tercera mayor” “De segundo dedo” ⁵²	Bajo (-14 cent)	Si5 (8ª + 8ª + 3ªM)	
6°	Rozar a 1/6 de cuerda (Sib3) “De tercera menor” “De segundo dedo”	Desaconsejable, muy inseguro. ⁵³ Ligeramente alto (+2 cent)	Re6 (8ª + 8ª + 5ª)	

9Tabla de armónicos naturales

Fuente: Elaboración propia

⁵² El 5º parcial es especial porque también se puede obtener en su segundo nodo de vibración, a 2/5 de distancia de la cuerda, ya que no coincide con nodos de armónicos inferiores. Forma un intervalo “de sexta Mayor” respecto a la cejilla. También se le llama “de cuarto dedo extendido”, difícil de ejecutar por la gran distancia que forma, y Adler lo reserva para uso solista. Sciarino lo utiliza en su 5º capricho para violín.

⁵³ Adler, *El estudio de la orquestación*. p. 51. También Gould, en *Behind Bars*, p. 517

4.1.2 Armónicos naturales de múltiples nodos

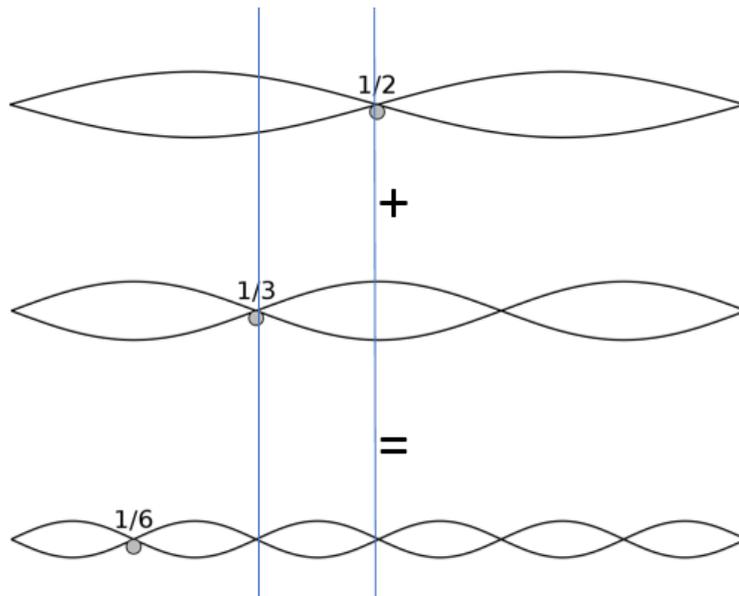
Rozar simultáneamente dos nodos que formen parte del mismo armónico no variará el sonido (por ejemplo, rozando a distancia de $1/5$ y de $2/5$, los antes mencionados nodos “de tercera mayor” y de “sexta mayor”). Sin embargo, rozar dos nodos que formen parte de armónicos diferentes producirá un tercer armónico. Rozar, por ejemplo, nodos del segundo y del tercer armónico, es decir, en $1/2$ de la cuerda y en $1/3$ de la cuerda, producirán el sexto armónico.⁵⁴ Esto ocurre porque el sexto armónico es el mínimo común múltiplo de los dos anteriores, es decir, aquel armónico que contiene los nodos de los anteriores en común. $1/2$ también se puede expresar como $3/6$, y $1/3$ como $2/6$, vemos así más claramente que $1/2$ es el tercer nodo del sexto armónico, y $1/3$ su segundo nodo.

Éste sistema, muy difícil de ejecutar, puede ser útil para lograr un determinado armónico natural sin tener que cambiar la posición de la mano izquierda. También se puede utilizar para acceder a armónicos de otra manera inaccesibles por ser demasiado altos: podemos lograr el décimo armónico (3 octavas y una 3ª mayor por encima de la nota fundamental), imposible de encontrar directamente, mediante rozar el segundo y el quinto armónico, es decir, $1/2$ y $2/5$ (expresado como nodos del décimo armónico, son $5/10$ y $4/10$ de longitud de cuerda)

Otra demostración de éste sistema es a través de los intervalos que se producen: tomando el ejemplo anterior, con el segundo armónico obtenemos la 8ª de la fundamental. Con el quinto armónico obtenemos 8ª + 8ª + 3ª mayor. Combinando ambos modos obtenemos 8ª + 8ª + 8ª + 3ªM = 3 octavas y una 3ª mayor por encima de la nota fundamental, lo que es lo mismo, el décimo armónico.

A pesar de que no hay diferencia de altura de sonido entre los armónicos naturales y los armónicos naturales de múltiples nodos, sí que es interesante tímbricamente, ya que cuantos más puntos de roce con la cuerda se incluyan, más se reduce la vibración de la cuerda, por lo que la proyección de armónicos y la intensidad de sonido es menor en armónicos de múltiples nodos respecto a los armónicos naturales estándar.

⁵⁴ Fallowfield, *Cello map: a Handbook of Cello technique for performers and composers*. p. 148



10 Demostración de suma de armónicos

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Armónicos artificiales

A efectos de explicaciones físicas los armónicos artificiales son semejantes a los armónicos naturales, consisten en rozar en los nodos de los diferentes armónicos de una nota fundamental. La diferencia se encuentra en que, mientras que los armónicos naturales sólo los podemos formar a partir de las cuatro notas fundamentales, las cuerdas al aire del instrumento (afinación estándar o con *scordatura*), los armónicos artificiales se pueden formar sobre cualquier nota fundamental, por lo que el abanico de opciones es mucho mayor. La cuerda se acorta pisando firmemente con un dedo, cambiando la nota fundamental de cuerda al aire a nota pulsada. A partir de esa nueva longitud de cuerda acortada se excitan los nodos de los armónicos como si de un armónico natural se tratase. En un alto número de casos, se presiona la cuerda con el primer dedo (índice).⁵⁵

Los armónicos artificiales suelen generar, trazando el paralelismo con los armónicos naturales, el cuarto armónico de la serie, ya que se suele pisar el primer dedo y rozar con el cuarto dedo, esto es, a distancia de 4ºJ, generando un sonido real de dos octavas por encima del sonido pisado.

⁵⁵ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 120

Sin embargo, también se pueden ejecutar armónicos artificiales con intervalos entre nota pisada y nota rozada de octava, 5ª justa, 3ª mayor y 3ª menor, aunque Adler no los recomienda para orquesta, por ser más complicados de ejecutar y más inestables.

El intervalo de 8ª es semejante al segundo parcial, es decir, genera un sonido real una octava por encima, y tiene casi tanta fuerza dinámica como un armónico natural. No es posible ejecutarlo en violines y violas, ya que no es posible estirar tanto los dedos (en las posiciones de uso frecuente) como para abarcar un intervalo de octava. Sin embargo, en violonchelos y contrabajos sí es posible (a pesar de ser técnicamente muy incómodo y poco convencional) en posiciones muy altas. En ellas se puede abarcar el intervalo de octava entre el índice y el meñique de la mano izquierda.⁵⁶

El intervalo de 5ª justa es semejante al tercer parcial, ya que genera un sonido una 8ª + 5ª J por encima de la nota real. Es posible ejecutarlo en violines, ya que las distancias en el diapasón son menores, pero en la viola es más complejo, ya que se trata de una extensión de cuarto dedo muy grande. Todo intérprete puede tocar los mismos armónicos naturales en una misma viola,⁵⁷ pero no los mismos artificiales: depende del tamaño y la flexibilidad de mano izquierda de cada músico. En violonchelos y contrabajos es una distancia demasiado grande como para ser abarcable.

Presionando firmemente con el índice y rozando con el tercer dedo en extensión, en intervalo de 3ª Mayor, obtenemos un efecto semejante al 5º parcial de la serie armónica natural, una nota real a distancia de 8ª + 8ª + 3ª mayor respecto a la nota pisada.

Por último, presionando con el índice y rozando con el tercer dedo naturalmente, en intervalo de 3º menor, el resultado será un sonido a distancia de 8ª + 8ª + 5ª J, es decir, el mismo efecto que el 6ª parcial de la serie armónica. Éste último es particularmente difícil de hacer sonar en la viola y el violín, en muchos instrumentos puede que no sea posible focalizar el armónico de forma estable, dependiendo de la idiosincrasia de cada instrumento.⁵⁸

Como apuntes acerca de la interpretación de armónicos artificiales, es importante tener en cuenta que a menor distancia entre el dedo que pisa la nota fundamental y el dedo

⁵⁶ Éste armónico, el más difícil de los artificiales por su gran intervalo, lo utilizaron con frecuencia compositores contemporáneos como Cage, Ferneyhough o Nono.

⁵⁷ No ocurriendo igual en instrumentos diferentes, ya que cada uno puede proyectar con claridad más o menos armónicos.

⁵⁸ Gould, *Behind Bars: The Definitive Guide to Music Notation*. p. 420

que roza el nodo, se reduce la proyección y la dinámica del armónico resultante. Por ello, el armónico artificial de octava es el más sonoro (a pesar de ser el más difícil de ejecutar), seguido del armónico de quinta, el de cuarta, tercera mayor y por último tercera menor. Todos ellos, aun así, proyectan menos que los armónicos naturales, que implican menos dedos enturbiando la vibración natural de la cuerda y son más sencillos de afinar.

El alcance de registro de los armónicos artificiales es en teoría, infinito, al igual que en los armónicos naturales. Sin embargo, Samuel Adler establece como máximo para la viola el re7, esto es, un armónico artificial de intervalo de cuarta justa colocando el primer dedo pisado en tercera posición. Esto es una altura de sonido muy alta, tan solo 5 tonos por debajo del límite más agudo del piano de cola, el do8.⁵⁹ De esta manera, podemos ampliar el registro de la viola hasta una cuarta: Korsakov dictamina que el máximo registro de la viola para orquesta es la5, aunque en el repertorio solista podemos encontrar hasta la6.⁶⁰ Mediante armónicos podemos llegar a un re7, a partir de ahí salen armónicos artificiales inseguros y que no proyectan lo suficiente como para ser relevantes a ojos del compositor o el intérprete.



11 Registro teórico de la viola, desde subarmónicos hasta armónicos artificiales

Fuente: Elaboración propia

⁵⁹ El violín, considera Adler, que llega mediante armónicos artificiales justo hasta ese do8.

⁶⁰ Korsakov, N. R. (1946). *Principios de orquestación, con ejemplos sacados de sus propias obras*. Buenos Aires: Ricordi (Obra original publicada en 1874). p. 9

4.1.4 El gráfico de Zukofsky

Paul Zukofsky, violinista y director especializado en música contemporánea, publicó en 1968 un artículo en la revista especializada *Perspectives of New Music*, donde después de disertar sobre afinación y empaste de armónicos elaboró un gráfico que facilitara el trabajo a los intérpretes y los compositores.⁶¹

En dicha tabla, Zukofsky reflejó todas las posibilidades de armónicos naturales y artificiales en el violín, con el fin de facilitar el proceso de digitar pasajes con varios armónicos consecutivos. En cada columna inserta en la parte superior sonidos reales, organizados cromáticamente, y bajo cada uno todas las digitaciones y nodos posibles que generan ese sonido. La tabla también progresa de forma horizontal: cada fila indica todos los nodos que se pueden en una misma zona del diapasón: una línea, la superior, para las notas reales, y 10 filas debajo, incrementadas de semitono en semitono a través de todas las posiciones del diapasón siendo la parte inferior las cuerdas al aire. También incluye sobre cada armónico una aclaración sobre en qué cuerda se ejecuta.

Para encontrar la digitación más rápida y cómoda entre dos armónicos consecutivos se debe primero localizar los sonidos reales y aislar las dos columnas que les pertenezcan. Después se escogerán los dos sistemas de ejecución de armónicos que se encuentren a menos líneas de distancia (horizontalmente). Si hay varias opciones entre las que elegir, priorizaremos las que sean en la misma cuerda o cuerdas más cercanas.⁶²

En el apéndice I del trabajo incluiremos una transcripción del gráfico de Zukofsky para la viola, en clave de Do y rebajado una quinta. Además, encorsetaremos los armónicos artificiales de quinta entre paréntesis, al no ser posibles de ejecutar limpiamente por todos los violistas, como antes comentamos, por una cuestión anatómica. Para aquellos armónicos naturales que se puedan ejecutar en varios puntos de la cuerda usaremos notación prescriptiva, al igual que el gráfico original, indicando mediante cabezas de diamante el lugar a rozar. A pesar de que como comentamos anteriormente el registro en armónicos de la viola alcanza hasta el re7, Zukofsky termina el gráfico en lo que equivalentemente en nuestro instrumento sería un fa#6.

⁶¹ Era consciente de que los armónicos naturales y artificiales era un campo desconocido entre intérpretes, como recoge una cita suya el libro de Strange: "En la técnica del violín hay pocas áreas tan difusas como la de los armónicos".

⁶² Zukofsky, *On Violin Harmonics*.

4.1.5 Medios armónicos / falsos armónicos

Los medios armónicos consisten en una mezcla entre la digitación y alturas de las notas de la práctica estándar con la presión de mano izquierda típica de los armónicos, rozando la cuerda ligeramente. El resultado, inmaterial y poco perceptible, se trata de una coloración especial de la nota pisada, un efecto de soplado parecido al *flautato* o a el efecto *sul tasto*.⁶³ Antequera, en su tesis, explica que la presión necesaria se halla en un punto intermedio entre la necesaria para realizar una nota normal y un armónico natural, y esto requiere de mucha técnica y control de mano izquierda. El sonido resultante, no convencional, está formado por la altura de la nota pisada más algunos parciales extra, que aportan el timbre característico.

La notación, a día de hoy, no se encuentra estandarizada: se suelen indicar como una cabeza partida en dos, mitad nota normal mitad nota en diamante; también directamente con una cabeza en forma de diamante coloreada de negro⁶⁴. Los compositores contemporáneos a veces, precisando más aún los también llamados falsos armónicos, piden porcentajes de presión concretos (por ejemplo, 30% de presión, más cercano a un armónico que a una nota real). Dado que el símbolo es complicado de distinguir en el pentagrama, Gould recomienda indicar *half-stop* (medio armónico), y en caso de volver a armónicos ordinarios, indicarlo también mediante *ord. Harm.*⁶⁵



12 Medios armónicos

Fuente: Gould, 2011, p. 424

⁶³ Sekulic, *Do you hear me? Handbook to contemporary violin notation*. p. 27

⁶⁴ Es por esto que no se puede diferenciar en notación prescriptiva a las negras de las blancas, ya que se podría confundir la simple diferenciación rítmica con medios armónicos y armónicos normales.

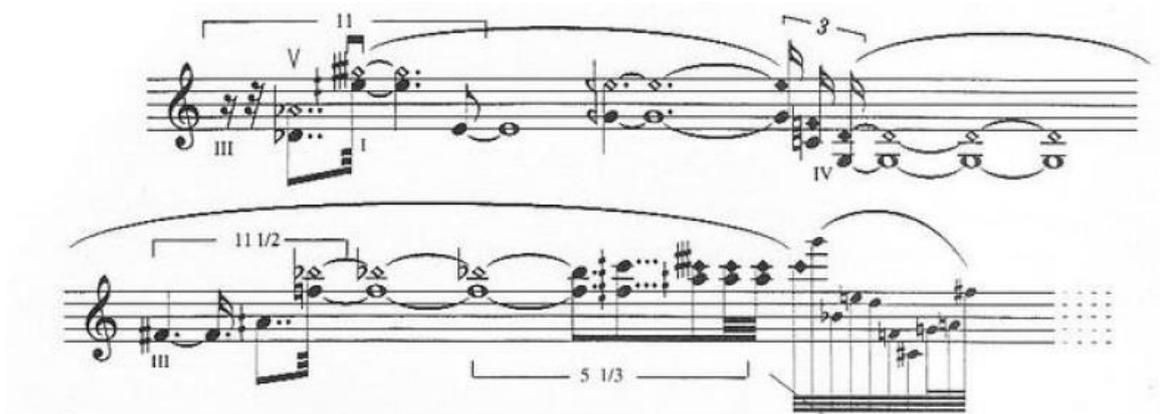
⁶⁵ Gould, *Behind Bars: The Definitive Guide to Music Notation*, p. 424

4.1.6 Armónicos microtonales

A ésta variante de armónicos se le conoce de varias formas: Strange los denomina armónicos tensados.⁶⁶ Consiste en alterar el tono de un armónico natural variando la inclinación con la que se articula el dedo. En vez de rozar ligeramente el nodo de forma vertical, sobre el diapasón, se coloca en un lateral de la cuerda, tirando o tensando la cuerda transversalmente. Al cambiar ligeramente la tensión de la cuerda, cambia el resultado, subiendo el tono.

Ésta técnica se puede aplicar a cualquier armónico, creando nuevos armónicos que abarquen el espacio entre semitonos. Esto es útil ya que la altura de los armónicos naturales no se puede alterar de otra forma (sí es posible en los armónicos artificiales). Dominando ésta técnica se pueden lograr escalas microtonales de armónicos.

Como vemos en el siguiente ejemplo de Michael Finnissy, se indican los armónicos microtonales mediante alteraciones de cuartos de tono.



13 Armónicos microtonales

Fuente: Strange, 2001, p. 138

4.1.7 Fawcett

El Fawcett es una variante concreta de armónico natural. Fue utilizado por primera vez, según Vincent (2003), por el compositor alemán Mathias Spahlinger en 1982, en su obra para violín y violonchelo *Adieu m'amour*, homenaje a Guillaume Dufay.⁶⁷ En ella

⁶⁶ Otras posibles traducciones pudieran ser "arrancados", "arrastrados" o "tirados", del inglés "pulled harmonics"

⁶⁷ Vincent, *Contemporary Violin Techniques: The Timbral Revolution*. p. 11

el intérprete debe rozar sobre el nodo que produce el cuarto parcial de la serie armónica. Después, se debe apagar ligeramente la vibración de la cuerda rozando con el primer dedo sobre la cejilla, sin llegar a acortar la longitud de la cuerda, interrumpiendo así la estabilidad del armónico anteriormente producido. Mediante cambios en la presión, posición y velocidad de arco se pueden cambiar entonces las alturas de sonido del armónico resultante.

El nombre concreto de ésta variante de armónico, según Strange (2001), hace referencia al creador de la técnica, un músico llamado R. Fawcett.⁶⁸



14 Fawcett, *Adieu m'amour*

Fuente: Spahlinger, 2003, c. 14

4.1.8 Armónicos en vibrato

Tanto los armónicos naturales como los artificiales se pueden vibrar. No se recomienda vibrar armónicos cuyos nodos se encuentren cercanos a los extremos de la cuerda, ya que con una mínima longitud de vibrato se puede perder el armónico, o se puede excitar otro nodo sin querer y proyectar un armónico diferente.

Por todo esto, Antequera en su tesis defiende que dado lo arriesgado de vibrar un armónico con la mano izquierda, es mejor vibrarlo con la mano derecha, con la técnica de vibrato de arco.^{69 70}

⁶⁸ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 134

⁶⁹ Técnica mencionada por primera vez en el tratado del violinista Francesco Geminiani en 1750, durante su periodo como profesor en la escuela de música de Londres. Consiste en un rápido cambio de intensidad y velocidad de arco dentro de un movimiento en la misma dirección que provoca una ligera variación en la altura del sonido. Actualmente la técnica se encuentra en desuso, aunque aún la utilizan intérpretes barrocos y solistas de vieja escuela, como Leónidas Kavakos en sus grabaciones de conciertos de Mozart.

⁷⁰ Antequera, *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español*. p. 245

4.1.9 Armónicos en pizzicato y col legno

A pesar de que en teoría se pueden ejecutar tanto armónicos naturales como artificiales en pizzicato, Strange recomienda sólo los naturales, ya que producen un sonido más nítido y audible.⁷¹

Los pizzicatos en armónicos suenan menos limpios que los pizzicatos normales, por lo que, para mejorar la proyección, la técnica de ejecución debe ser la misma que los armónicos en guitarra o en mandolina. Ésta consiste en pellizcar la cuerda con la mano derecha, e inmediatamente después levantar el dedo o dedos de la mano izquierda, con el fin de obtener un sonido más resonante. Cuanto más cerca del puente se ataque el pizzicato, se obtendrá un sonido más claro y limpio. Cuanto más agudo sea arriba en la cuerda se ejecute el armónico, más cerca del puente se debe atacar también.⁷²

Otra técnica para obtener armónicos mediante percutir la cuerda en vez de frotarla es el *col legno*.⁷³ Se utiliza la variante *battuto* (golpeando con la madera en la cuerda) ya que la variante menos común *tratto* (arrastrando la madera sobre las cuerdas) produce un sonido ya de por sí muy suave, con una envoltura de ruido blanco, que ejecutada sobre un armónico genera una nota resultante muy poco definida.

4.1.10 Armónicos en glissando

Existen dos formas de ejecutar armónicos en glissando en los instrumentos de cuerda frotada: alterando la longitud de cuerda vibrante o alterando el dedo que roza el nodo de vibración.⁷⁴ El primer método se utiliza en armónicos naturales y artificiales, deslizando en bloque el dedo que roza la cuerda y el dedo que la presiona, si lo hay (manteniendo el intervalo entre ambos). El resultado es similar a un glissando normal: ascenso o descenso. Se debe indicar la cuerda sobre la que se debe realizar el deslizamiento.

Existen dos variantes de éste tipo de armónico: glissando no específico (donde sólo están definidas las notas de comienzo y de llegada) y glissando específico (donde se

⁷¹ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 127

⁷² Vincent, *Contemporary Violin Techniques: The timbral revolution*. p. 10

⁷³ Antequera, *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español*. p. 261

⁷⁴ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 127

indican los armónicos por los que debe pasar el deslizamiento). En el apartado 4.2 veremos ejemplos en literatura violística de ambas variantes de glissandos.

El segundo método se utiliza solo en armónicos artificiales. Por ejemplo, a partir de un armónico artificial de distancia de 5ª, ir acercando el dedo que roza el nodo hacia el dedo presionado que acorta la cuerda provocaría un glissando ascendente. Al contrario, un glissando donde el dedo del nodo se alejase del dedo de la nota fundamental, produciría un glissando descendente. En este método el resultado es un glissando no continuo, sino que van sucediéndose discontinuamente los diferentes armónicos que excita el dedo deslizado.

Existe un caso especial de armónico en glissando, atribuido a Crumb. Este lo utiliza en su pieza compuesta en 1971 *Vox Balaenae*, para flauta, violonchelo y piano amplificadas. Se conoce como *seagull glissando* o glissando de gaviota, ya que es el efecto que trata de imitar la técnica extendida. Se ejecuta generando un armónico artificial de 4ºJ en una posición muy alta del violonchelo, y posteriormente se deslizan en *glissando* ambos dedos descendentemente, manteniendo constante el intervalo entre el dedo pisado y el dedo rozado.⁷⁵

El resultado es más satisfactorio en el violonchelo que en el violín o la viola porque, dada la mayor longitud de cuerda, el efecto resultante es más llamativo (se producen más saltos de armónicos). En la viola, el máximo número de saltos de armónicos que hemos logrado en un solo glissando han sido tres

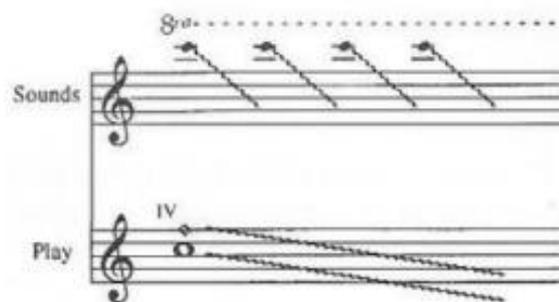


FIGURE 4.28. Seagull calls.

15 Seagull glissando

Fuente: Strange, 2001, p. 130

⁷⁵ Moderncellist (2011). The Seagull Effect – Demonstration. *Youtube.com*. Recuperado en https://www.youtube.com/watch?v=UTZvFSiQkk&ab_channel=moderncellist

4.1.11 Armónicos dobles

Al igual que en la ejecución normal, se pueden tocar dobles cuerdas en armónicos. Existen diferentes combinaciones según la colocación de la mano en cada cuerda: cuerdas al aire, pisadas de forma estándar, rozadas como armónico natural o pisadas como armónico artificial. La única limitación, cuenta Zukofsky (1968), es que un mismo dedo no puede simultáneamente crear una nota fundamental y un nodo, es decir, o se acciona con presión normal o con presión de armónico.⁷⁶

Se consiguen un total de siete tipos de armónicos dobles posibles: natural con cuerda al aire, con natural, con artificial y con nota pisada; artificial con artificial, con nota pisada y con cuerda al aire. Dichas combinaciones se comenzaron a utilizar en el periodo romántico, en las piezas para violín de Paganini.⁷⁷

Zukofsky advierte que dichas combinaciones son difíciles de empastar, ya que las notas al aire o pisadas normalmente sonarán más que los armónicos, y dentro de éstos los naturales suenan más que los artificiales, por lo que se debe precisar la cantidad de peso sobre cada cuerda.⁷⁸

4.1.12 Armónicos con trinos

Existen dos tipos de armónicos en trinos: el primero, alternando entre una nota armónico y otra nota en armónico. El segundo es diferente al concepto habitual de trino, ya que sólo implica un dedo. Se realiza alternando la presión de un dedo, entre la nota real que produce con una presión normal y el armónico, cuando se presiona ligeramente.

Se trata de una de las variantes de armónicos más complicadas de lograr, ya que requiere en muchas ocasiones (sobre todo en armónicos artificiales) trinar con el cuarto dedo, el más débil y menos ágil de los intérpretes de cuerda frotada.⁷⁹ Sciarrino, en sus caprichos para violín, combina la técnica del trino con dobles cuerdas, todo ello en armónicos, siendo la técnica más compleja que implique armónicos.

⁷⁶ No se puede ejecutar, por ejemplo, un armónico doble de quinta donde una nota sea real y la otra sea armónico.

⁷⁷ Arditti, *The Techniques of Violin Playing*. p. 57

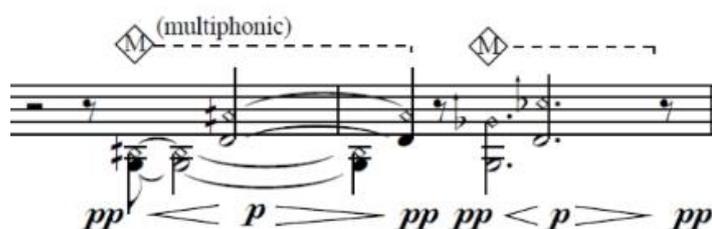
⁷⁸ Zukofsky, *On violin Harmonics*, p. 176

⁷⁹ Antequera, *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español*. p. 240

4.1.13 Multifónicos

Consisten en sonidos generados por un instrumento monofónico o polifónico, donde dos o más alturas de sonidos se pueden escuchar simultáneamente.⁸⁰ Se utiliza habitualmente en los instrumentos de viento madera y metal, cuando a través de una digitación no convencional logran columnas de aire no resonantes entre ellas, es decir, no relacionadas a una serie armónica común, produciendo un sonido complejo de parciales inarmónicos. También logran multifónicos con digitaciones convencionales, modificando entonces la técnica de soplado, o cantando a la vez que insuflan aire.⁸¹

Sin embargo, en el siglo XXI se empiezan a utilizar los multifónicos en instrumentos de cuerda. Nos los podemos encontrar, por ejemplo, en obras del compositor español Mauricio Sotelo para cuarteto de cuerda como su *Cuarteto n°3 La memoire incendiée* o en obras para ensemble como *Klang Muro II*. En ellas utiliza la grafía de una M dentro de un rombo sobre la nota a ejecutar, que podemos considerar notación estandarizada ya que no existe ninguna anterior en instrumentos de cuerda.⁸²



16 Multifónicos, Muros de dolor... V

Fuente: Sotelo, 2009, c. 67

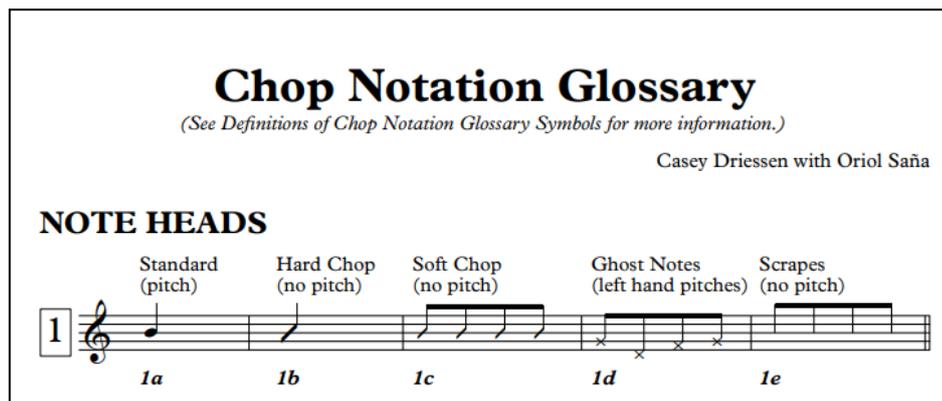
Dos músicos del cuarteto americano Turtle Island utilizan y difunden esta técnica: el prestigioso violinista eléctrico y profesor Tracy Silverman y el chelista Mark Summer. También destaca en el uso de multifónicos el contrabajista Mark Dresser. Todos ellos están ligados, además de al mundo de la música clásica, al jazz y al rock.

⁸⁰ Resultan interesantes en los instrumentos monofónicos, dada la falta de opciones para generar acordes.

⁸¹ Campbell, M. (2001). Multiphonics. *Grove Music Online*. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.43536>

⁸² Elaine Gould habla en 2011 sobre multifónicos, pero solo en instrumentos de viento. En estos se puede indicar verbalmente (escribiendo *multiphonic*) o incrustando una M en la plica de la nota sobre la que producir el multifónico.

Silverman lucha contra el encasillamiento de los instrumentos de cuerda dentro de la música clásica, ya que son muy versátiles, utilizándose en el jazz, el blues o bluegrass, folk americano. Éstas nuevas ramas de interpretación han provisto a los instrumentos de cuerda de nuevas técnicas extendidas de interpretación, como el *chop* (efecto percusivo con la muñeca derecha, golpe vertical en el talón del arco contra las cuerdas calladas, sin generar una altura definida) o los multifónicos.⁸³



17 Notación de la técnica chop

Fuente: Driessen, 2009, p. 17

La técnica de multifónicos consiste en mandar señales contradictorias a la cuerda jugando con la velocidad del arco, el punto de contacto y la articulación de los dedos. Se debe apoyar ligeramente el dedo en algún lugar entre una nota y un armónico, manteniendo una alta presión del arco, desplazándose lento, firme y muy constante, pero no cerca del puente. La clave reside en encontrar un parcial superior y mantenerlo, generando un sonido entre real y armónico, parecido al efecto sub ponticello, pero menos chillón, más similar a una voz en falsetto que a un grito. Fallowfield recomienda rozar el dedo en zonas donde se encuentren múltiples nodos de armónicos cercanos entre ellos, pudiendo proyectar clústers de armónicos. También reconoce que ésta técnica se logra con más facilidad en el violonchelo dado el tamaño y el grosor de las cuerdas.⁸⁴

Para Silverman es una técnica con un sonido muy rico y de gran expresividad, bajo control pero independiente, que puede romperse en cualquier momento, al igual que la voz humana cantando.⁸⁵

⁸³ Driessen, C. y Saña, O. (2019) The chop notation project. *Worldofchop.com*

⁸⁴ Fallowfield, *Cello map: a Handbook of Cello technique for performers and composers*. p. 148

⁸⁵ Silverman, T. (1997). Hooked on Multiphonics. *American String Teacher Journal*. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/000313139704700309>. pp 45-46

4.1.14 Subarmónicos

Al igual que con los multifónicos, no son aún técnicas consolidadas entre intérpretes de cuerda porque no se han investigado lo suficiente (ni siquiera existe aún una explicación acústica teórica de ambos efectos).

Nacen como concepto en el siglo XVII dentro del concepto de escala de resonancia inferior. Teóricos como Rameau o Riemann eran capaces de explicar el fenómeno del acorde perfecto mayor a partir de los parciales de la serie armónica, pero no el perfecto menor. Sin embargo, con los subarmónicos resultantes de invertir simétricamente la serie armónica con eje en la nota fundamental sí era posible. Se intentó comprobar esta teoría en monocordios (por ejemplo, el francés Vincent d'Indy en el siglo XIX) pero sin resultado. Actualmente la explicación imperante del acorde perfecto menor es a su vez la más sencilla, propuesta por Challey: se forman perfectos menores al querer colocar acordes perfectos sobre todos los grados de la escala sin salirnos de la tonalidad.⁸⁶



18 Serie armónica y subarmónica

Fuente: Strange, 2001, p. 24

Los subarmónicos se empezaron a utilizar con fines prácticos durante el siglo XX dentro del interés de algunos compositores como Varése por liberarse del sistema temperado y la tiranía de la serie armónica, expandiendo el espectro de sonidos. Éste reconoció que era necesario colaborar con ingenieros y científicos, considerando la música como una mezcla entre arte y ciencia.⁸⁷ Se inspiraron en el estilo de canto tibetano

⁸⁶ Olazabal, *Acústica musical y organología*. p. 59

⁸⁷ Griffiths, P. (2001). Varese, Edgar. *Grove Music Online*. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.29042>

budista, donde a través de un estilo irregular de vocalización consiguen generar subarmónicos en el canto demostrables en análisis espectrográficos.⁸⁸

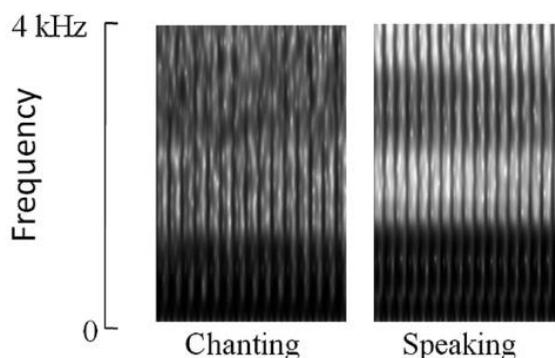


Fig. 10 Wide-band spectrograms of sustained vowel /a/ phonated at G2# in chanting and speaking.

19 Análisis espectrográfico de canto tibetano

Fuente: Kong, 2011, p. 89

El primer instrumento construido para generar subarmónicos fue el *subharchord*, por el ingeniero Ernst Schreiber en julio de 1959 en Alemania del Este, dentro del movimiento de la música concreta.⁸⁹ A partir de una nota, ésta mezcla entre sintetizador y órgano generaba a partir de un sonido fundamental notas pertenecientes a la inversa de la serie armónica, la serie subarmónica.⁹⁰



20 Subharchord

Fuente: <http://www.subharchord.com/>

⁸⁸ Kong, J. y Yoshinaga, I. (2011). Some Phonatory Characteristics of Tibetan Buddhist Chants. *Journal of the Phonetic Society of Japan*. 15:2. pp. 83-90

⁸⁹ Un ejemplo de *subharchord* en funcionamiento:

https://www.youtube.com/watch?v=8ajtYF_0LOW&t=1s&ab_channel=DasFilter

⁹⁰Das

Subharchord

(2021).

Recuperado

desde

http://www.subharchord.com/sub_frameset/sub_frameset.html

La violinista y profesora Mari Kimura comenzó a utilizar en 1994 subarmónicos en instrumentos de cuerda frotada, aunque el concepto ya se puso en práctica anteriormente: Strange conjetura que Paganini ya conocía la técnica, y George Crumb incluyó subarmónicos en su obra *Black Angels* bajo el nombre de *pedal tones*. Sin embargo, su denominación más correcta es ALF o *Anomalous Low Frequency*, excitaciones anómalas de frecuencia de la cuerda que genera notas entre una 3ª y una 12ª por debajo de la nota fundamental.⁹¹

La técnica de producción de subarmónicos consiste en pasar el arco muy lentamente por encima de un nodo de la cuerda próximo al puente, ejerciendo con la mano derecha sobrepresión en el arco. Los dedos se deben presionar de forma normal, no ligeramente (como los armónicos naturales y artificiales). Como resultado, la cuerda vibra en una frecuencia anómala, por debajo de la frecuencia fundamental de la cuerda, generando sonidos por debajo de la cuerda al aire.⁹² Sin necesidad de hacer scordatura ni utilizar cuerdas octavadas se puede, con un violín o viola, sonar en el registro del violonchelo.⁹³



21 Gemini for violin solo

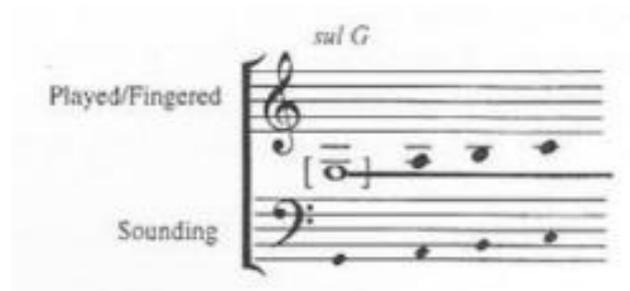
Fuente: Kimura, 1993

⁹¹ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 24

⁹² Kimura, M. (1999). How to Produce Subharmonics on the Violin. *Journal of New Music Research*. 28:2, 178-184. Recuperado de <https://doi.org/10.1076/jnmr.28.2.178.3118>

⁹³ Las cuerdas *Super Sensitive Sensicore Octave*, de D'Addario, diseñadas con un núcleo de fibra sintética especial (*perlón*) son capaces de tocar una octava por debajo de lo habitual en el violín y la viola. Mantienen similar la tensión, pero la masa de la cuerda aumenta considerablemente, pareciendo más cuerdas de violonchelo. En algunos casos no son posible de instalar, por no entrar en las clavijas o en los surcos del diapasón y la cejilla.

Una sobrepresión sobre la cuerda al aire generará un sonido inferior a la nota fundamental denominada “cuerda grave virtual” (Strange, 2001).⁹⁴ Sobre esa nota, presionando a lo largo de la cuerda generaremos los armónicos de esa cuerda grave hipotética, los subarmónicos.⁹⁵ Olazabal lo considera un fenómeno que no contradice las leyes de la física, y por lo tanto es posible, ya que no se “proyecta ningún sonido por debajo de la nota fundamental” sino que al alterar la tensión de la cuerda mediante sobrepresión alteramos la nota fundamental que produce la cuerda.



22 La ejecución de subarmónicos

Fuente: Strange, 2001, p. 24

Otra explicación posible a los subarmónicos en instrumentos de cuerda frotada está relacionada con el *terzo suono* de Tartini. El efecto de sobrepresión sobre la cuerda genera varios armónicos por encima de la nota fundamental (multifónicos). Nuestro cerebro, al escuchar dichas frecuencias sin relación aparente, las relaciona a una nota fundamental inferior común, que, aunque no suene, escuchamos.⁹⁶

El mismo efecto nos ocurre, por ejemplo, con las campanas utilizadas en la sección de percusión de la orquesta, donde el “tono fundamental” no lo escuchamos directamente, sino que es nuestro cerebro el encargado de reconstruir la frecuencia fundamental.⁹⁷ Queda, por lo tanto, una puerta abierta a comprobar esta teoría del *terzo suono* en el futuro, recogiendo subarmónicos ejecutados en instrumentos de cuerda y pasándolos por un espectrograma, para después comprobar si existen relaciones entre los picos de frecuencias que proyecten y los sonidos que escuchemos.

⁹⁴ Traducción propia del inglés

⁹⁵ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. p. 17

⁹⁶ Tartini, *Trattato di musica: secondo la vera scienza dell'a Armonia*.

⁹⁷ Fernández, J. (2017). Giuseppe Tartini y el misterioso “tercer sonido”. *Deviolines.com*. Recuperado en <https://www.deviolines.com/el-misterioso-tercer-sonido-de-giuseppe-tartini/>

4.2 Análisis cualitativo

4.2.1 Tipos de notación de armónicos

1) El más tradicional, el **prescriptivo**: se indica el lugar en el que el dedo debe rozar la cuerda para excitar el nodo armónico con una nota con cabeza de diamante, y tanto el compositor como el intérprete conocen cuál será el resultado final.⁹⁸ El problema con el que cuenta este sistema es que las cabezas en forma de diamante no permiten distinguir entre negras y blancas.

2) El segundo se basa en el método anterior, pero a mayores indica la cuerda sobre la que se debe ejecutar el armónico, para precisar en aquellos casos donde un armónico se pueda generar de varias formas. También distingue, en pequeños paréntesis sobre los armónicos, las negras de las blancas.

3) El tercer método se basa en notación **descriptiva**: se indica el sonido que el compositor busca indicado con una cabeza de nota con un o, el resultado final, y es tarea del músico buscar la digitación. Un problema que tiene la notación descriptiva es que, cuando los sonidos reales son muy agudos y se salen demasiado del pentagrama, se debe utilizar a mayores las indicaciones de “8^{ava}” o “15^{ma}”, dificultando más la lectura.⁹⁹ Este sistema no diferencia entre armónicos naturales y artificiales.

4) El último método es una amalgama de los tres anteriores: se indica dónde debe el dedo rozar, la cuerda sobre la que se debe ejecutar y la nota resultante (entre paréntesis o en un tamaño de trazo menor). Es un sistema problemático debido al exceso de información, descriptiva y prescriptiva a la vez, que puede dificultar la lectura fluida.



23 Los 4 tipos de notación de armónicos

Fuente: Elaboración propia

⁹⁸ Antequera, *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español*. p. 229

⁹⁹ Davies, T. (2013) In Touch with Harmonics. *The Tim Davies Orchestration Blog*. Recuperado en <http://www.timusic.net/debreved/harmonics/>

Desde 1980 la notación de armónicos se encuentra estandarizada por Kurt Stone. Los armónicos naturales se deben escribir con la nota que debe sonar, la nota real, y un pequeño cero encima (no con tipografía de “0”, sino de “o”, para no confundirlo con la digitación de cuerda al aire). Se debe colocar el cero sobre la nota, menos en aquellos acordes donde la nota inferior sea armónico, en cuyo caso se puede colocar debajo.¹⁰⁰ Para precisar más la información, se debe especificar en qué cuerda tocar cada armónico en caso de que existan varias opciones, o bien mediante *I, II, III y IV* o mediante *sul A, sul D, sul G y sul C*.¹⁰¹

Elaine Gould recomienda escribir armónicos siempre con notación prescriptiva, es decir, tal y como los intérpretes deben ejecutarlos. También indica que, en caso de utilizar la notación descriptiva, se debe colocar un cero por cada armónico: por lo tanto, en una doble cuerda compuesta por dos armónicos se deben colocar encima dos ceros. También recuerda Gould que, en caso de armónicos en notas ligadas, se debe repetir el cero en cada nueva nota, ya que de no escribirlo se podría entender como que el armónico se transforma en nota real.

Gould propone mejoras al sistema prescriptivo: incluir entre paréntesis las notas de las cuerdas sobre las que se deben pisar los armónicos naturales y así no tener que indicarse mediante letras. También propone alternativas a la notación prescriptiva que permitan a los músicos buscar digitaciones alternativas. En vez de indicar las notas que se deben pisar, utiliza notación descriptiva: indicando los sonidos reales e incrustando una digitación sugerida más pequeña entre paréntesis.¹⁰²



24 Mejoras en la notación propuestas por Elaine Gould

Fuente: Gould, 2011

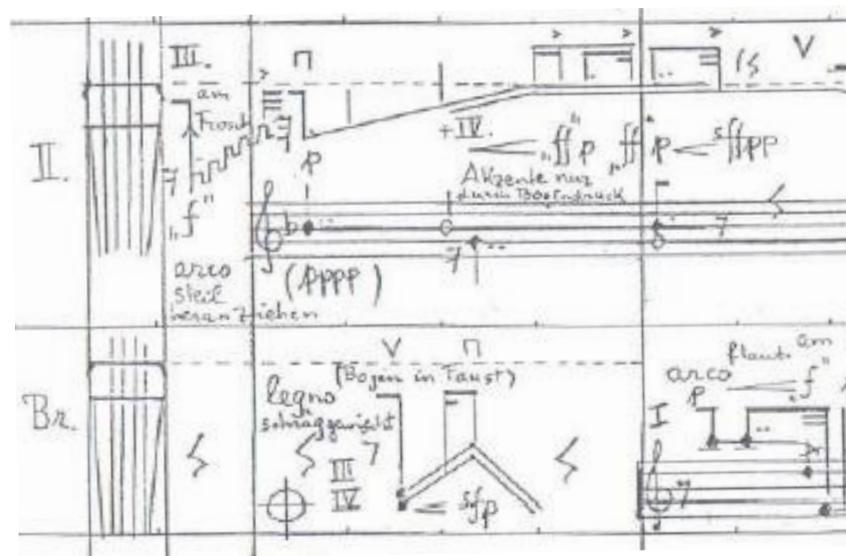
¹⁰⁰ Gould, *Behind Bars: The Definitive Guide to Music Notation*, p. 414

¹⁰¹ Stone, *Music Notation in the Twentieth Century: A Practical Guidebook*, p. 311

¹⁰² Gould, *Behind Bars: The Definitive Guide to Music Notation*, p. 422

Los armónicos artificiales se deben anotar con la nota pisada normal (con su duración correspondiente) y con la nota rozada en cabeza de diamante. A mayores, si el espacio lo permite y no dificulta la lectura, se añade entre paréntesis en una fuente tipográfica menor la nota real¹⁰³. En las partituras generales, tanto armónicos naturales como artificiales se deben anotar mediante la nota real que suena y un cero, con el fin de facilitar el trabajo a los directores.¹⁰⁴

La notación prescriptiva, es decir, aquella que indica cómo se debe ejecutar (dónde se deben colocar los dedos) en vez de qué debe resultar (las notas reales que sonarán) no es un invento moderno. Se remonta a las tablaturas del siglo XIV para órgano y laúd, en las que se representaba dónde se debía tocar en los instrumentos.¹⁰⁵ Durante el siglo XX reaparece ésta esencia de sistema de notación descriptiva con compositores como Lachenmann. En su cuarteto de cuerda *Gran Torso* de 1971 el compositor especifica mediante diagramas en qué zonas del diapasón deben tocar los instrumentistas de cuerda y qué partes del arco utilizar.



25 Fragmento de violín II y viola en *Gran Torso*

Fuente: Lachenmann, 1971

¹⁰³ Podemos encontrarnos en partituras cabezas de diamante que no hagan referencia a armónicos: notas de media válvula en instrumentos de metal, falsete en cantantes, accionado de teclas en silencio para piano o mantenimiento de teclas en órgano.

¹⁰⁴ Stone, *Music Notation in the Twentieth Century: A Practical Guidebook*. p. 311

¹⁰⁵ Arditti, *The Techniques of Violin Playing*. p. 71

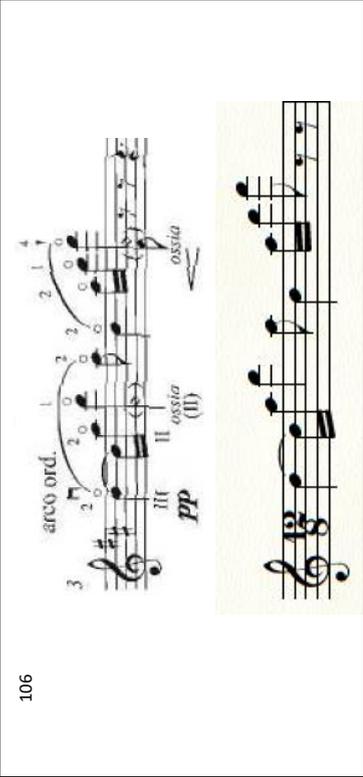
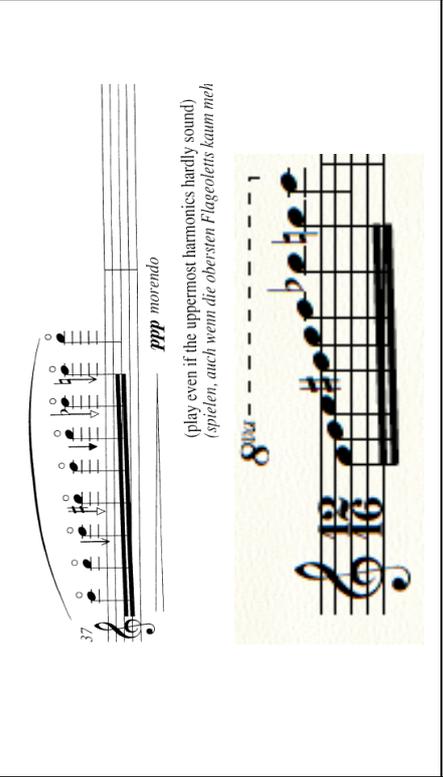
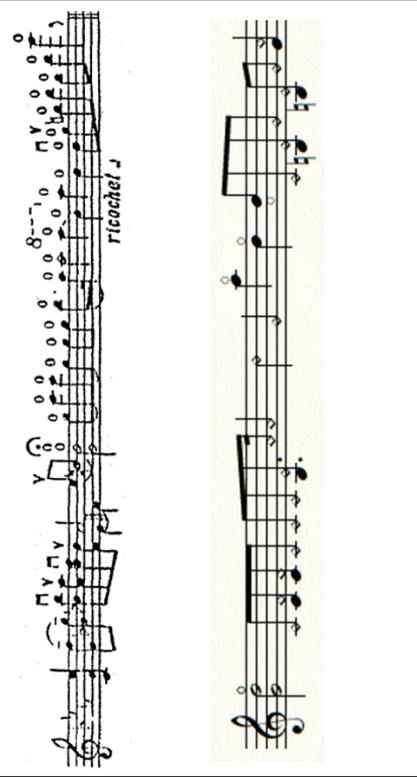
Un ejemplo extremo de notación prescriptiva es el compositor alemán Klaus K. Hübler, que en 1982 compuso el cuarteto de cuerda *Dialektische Phantasie*. En él desglosa cada una de las cuatro voces en cuatro pentagramas: uno destinado a la altura de las notas, otro para especificar en qué cuerdas interpretar, la tercera línea indica los movimientos que debe hacer el arco y la última aporta información sobre el punto de contacto. Prestar atención a tanta información por separado en vez de permitir al intérprete guiarse por automatismos provoca una descoordinación intencionada de manos, siendo el producto final un resultado único e imposible de predecir.

26 *Dialektische Fantasie*, voz del violín I

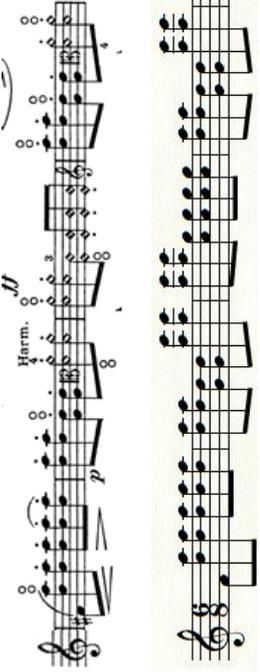
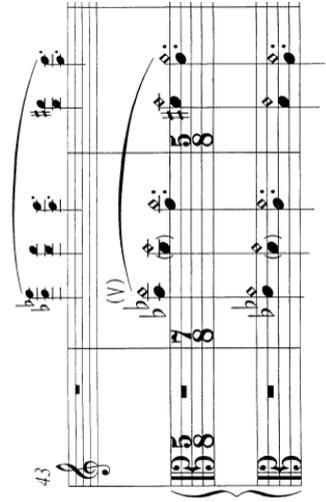
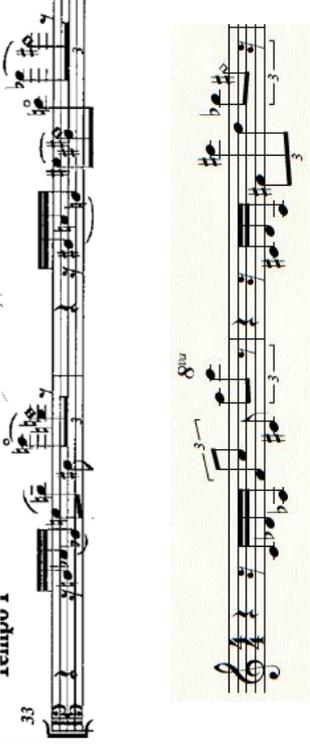
Fuente: Hübler, 1984

Desgraciadamente, éstas convenciones notacionales pactadas en 1980 y recogidas por Gould en 2011 no se han respetado, quizá por desconocimiento, falta de difusión entre los compositores o por afán de éstos últimos en crear sistemas notacionales propios que les identifiquen. A mayores están todas las obras escritas en un periodo anterior a la estandarización del sistema notacional y que no se han reeditado. Con todo ello tenemos un conjunto de ejemplos problemáticos para el intérprete de viola que merece la pena ser analizado a continuación.

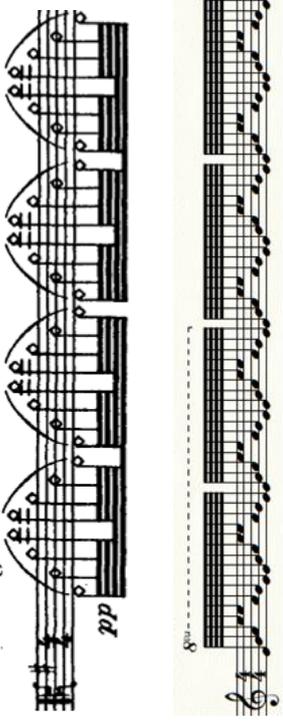
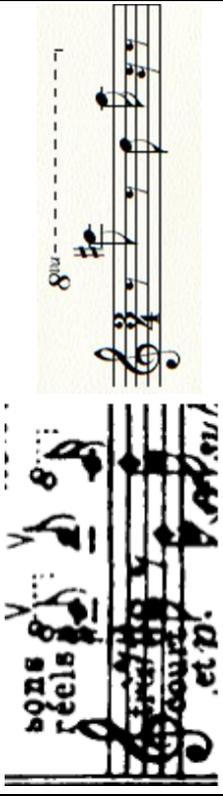
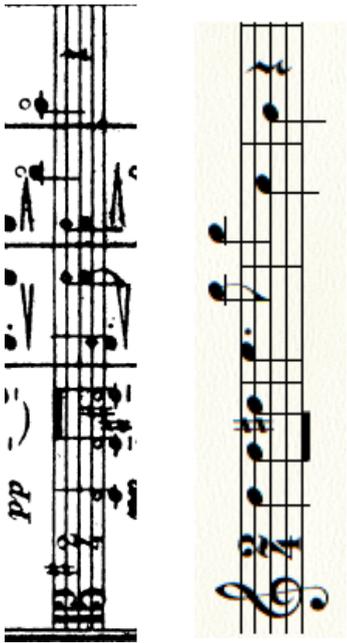
4.2.2 Casos en repertorio solista

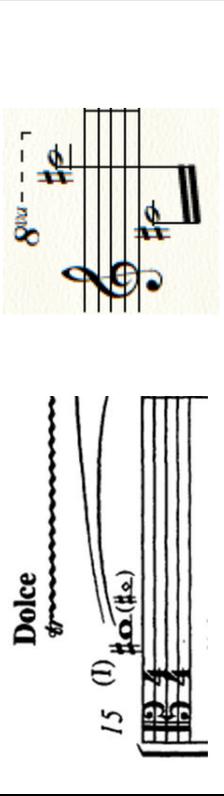
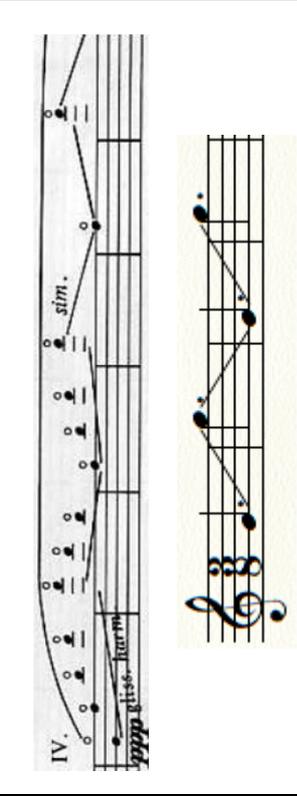
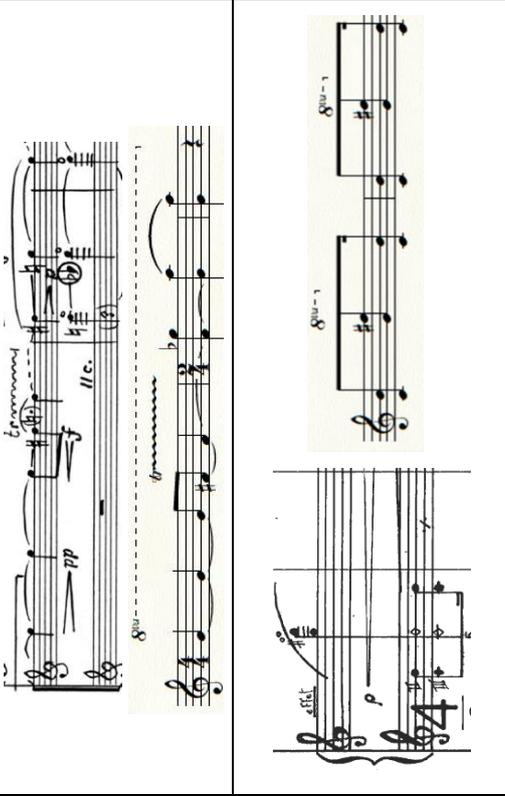
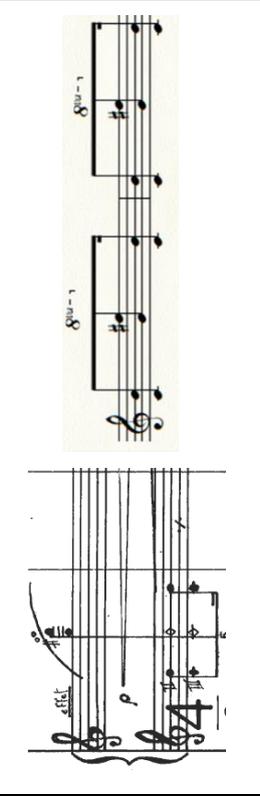
TIPO DE ARMÓNICO	AUTOR Y OBRA	EJEMPLO DE NOTACIÓN Y RESULTADO SONORO	COMENTARIOS
	<p>Benjamin Britten: Suite n°1, IV movimiento <i>Marcia</i> Arr. Nobuko Imai. (1964)</p>	<p>106</p> 	<p>C.3: La edición (confeccionada por una violista) incluye, además de las notas que deben sonar y sobre qué cuerdas ejecutarse los armónicos, incluye digitaciones y digitaciones alternativas para la mano.</p>
<p>Armónicos naturales</p>	<p>György Ligeti: Viola Sonata <i>für Tabea Zimmermann,</i> I movimiento <i>Hora lunga.</i> (1994)</p>		<p>C. 37: Este movimiento está pensado para ejecutarse íntegramente sobre la cuarta cuerda de la viola (do). Son armónicos naturales muy altos en la serie armónica de do, por lo que, como indica en la partitura Ligeti, es posible que no suenen.</p>
	<p>Niccoló Paganini: Sonata per la Grand Viola. I sección. <i>Introduzione: Largo; Recitativo a piacere.</i> (1834)</p>		<p>Pasaje de la cadencia opcional de después del n° 4 de ensayo. La notación es descriptiva, pero muchas notas solo se pueden obtener mediante armónicos artificiales. En vez de adjuntar resultado sonoro (que son las notas escritas), escribimos notación sugerida.</p>

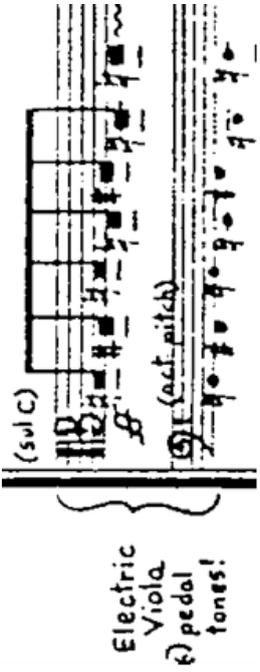
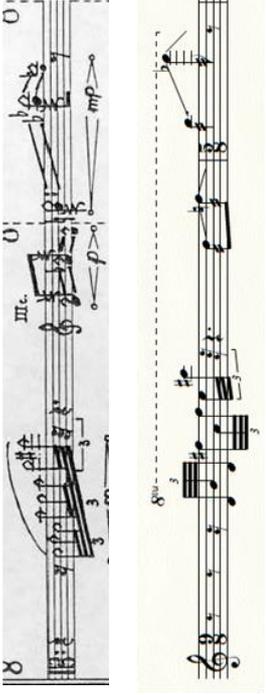
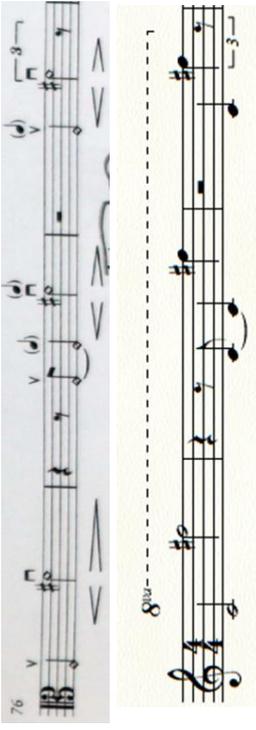
¹⁰⁶ Las partituras utilizadas como ejemplos se detallan en la bibliografía. En los casos en los que sea necesario, se incluirá una explicación de sonidos reales de elaboración propia.

TIPO DE ARMÓNICO	AUTOR Y OBRA	EJEMPLO DE NOTACIÓN Y RESULTADO SONORO	COMENTARIOS
Armónicos naturales en dobles cuerdas	Rebecca Clarke: Sonata for Viola and Piano. II movimiento. (1919)		C. 14-17: Clarke mezcla dos tipos de notación: notación descriptiva primero (qué debe sonar), notación prescriptiva después (dónde se deben colocar los dedos)
Armónicos artificiales en dobles cuerdas	György Ligeti: Viola Sonata <i>für Tabea Zimmermann</i> , V movimiento <i>Lamento</i> . (1994)		C. 44-45: Ligeti escribe en tres pentagramas simultáneamente: una para cada cuerda, y una línea por encima con los sonidos reales. Mantiene la escritura de armónicos artificiales de 4ºJ, aunque los segundos son en realidad naturales.
Varios tipos de armónicos simultáneos	Toru Takemitsu: <i>A string around Autumn</i> para viola y piano. (1989)		C. 33-34: En el mismo fragmento Takemitsu indica un armónico natural, dos armónicos artificiales de 4ºJ, otro natural y un medio armónico / falso armónico (ya que sobre el sol#5 no hay armónico natural)

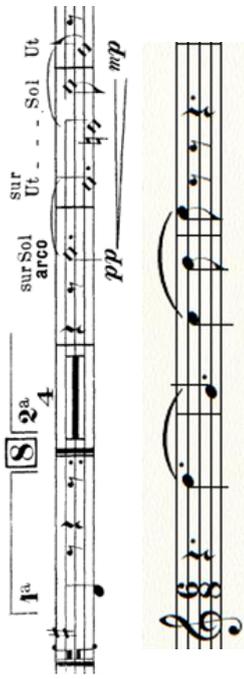
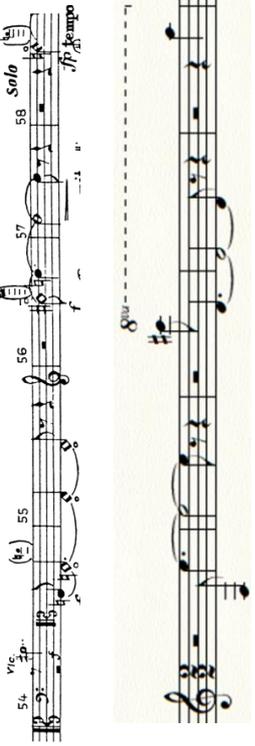
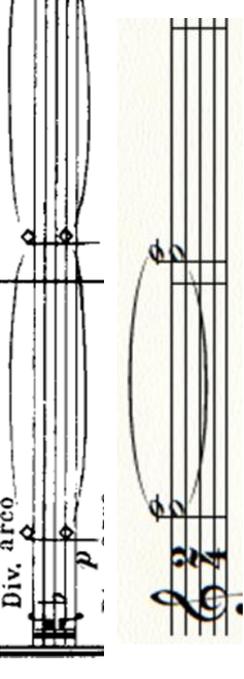
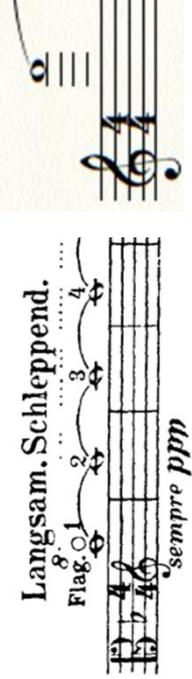
4.2.3 Casos en repertorio de música de cámara

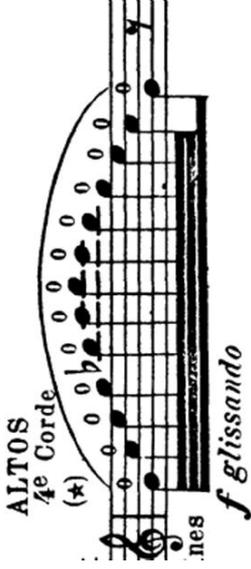
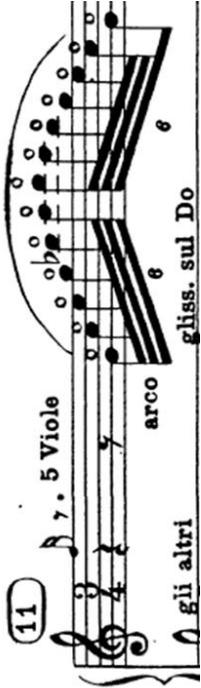
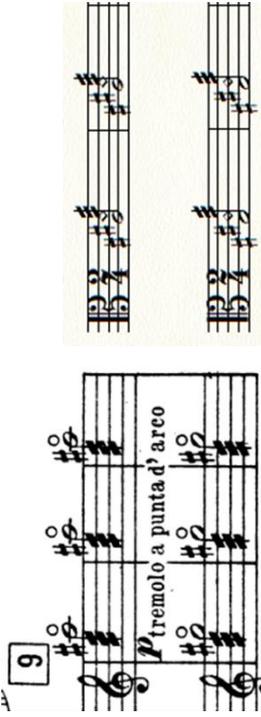
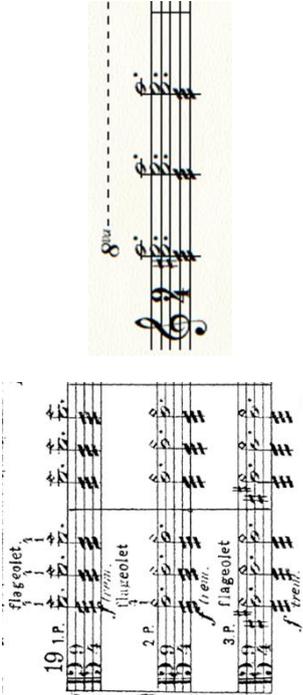
TIPO DE ARMÓNICO	AUTOR Y OBRA	EJEMPLO DE NOTACIÓN Y RESULTADO SONORO	COMENTARIOS
Armónicos naturales	Maurice Ravel: Trois Poemes de S, Mallarmé para ensemble. I movimiento, <i>Soupir, a Igor Stravinsky</i> (1913)		C. 1-16: Bariolajes de armónicos naturales en cuatro cuerdas. Notación prescriptiva (indica donde se debe rozar con los dedos). La mano se mantiene en bloque en 1ª posición.
Armónicos naturales	Igor Stravinsky: Trois pieces pour quatuor a cordes a Ernest Ansermet. II movimiento (1914)		C. 29: Stravinsky introduce armónicos naturales escritos en forma de armónicos artificiales, en notación prescriptiva. Uno de 3ªM y dos de 4ªJ. También incluye los sonidos reales.
Armónicos artificiales	Anton Arensky: Variaciones en un tema de Tchaikovsky para quinteto de cuerda. <i>Coda</i> (1894)		C. 1-4: El último sonido es imposible de producir en armónico natural, sólo se puede ejecutar como artificial poco común, de distancia de 5ªJ. En la versión original de la obra (para cuarteto), al ser otros armónicos más sencillos, no existe este problema. 

TIPO DE ARMÓNICO	AUTOR Y OBRA	EJEMPLO DE NOTACIÓN Y RESULTADO SONORO	COMENTARIOS
Armónicos en trinos	Kaija Saariaho: Vent Nocturne for Garth Knox. I movimiento, Sombres miroirs (2006)		C. 15-21: Trinos producidos alternando con el mismo dedo entre presión normal y ligera (de armónico). El trino producido alterna entre sonido de armónico y normal.
Armónicos en <i>glissando</i>	György Ligeti: Cuarteto de cuerda nº1 <i>Métamorphoses nocturnes</i> . Sección XVI Ad lib, senza misura (1954)		C. 1066: Ligeti busca, en cuerda do, un <i>glissando</i> controlado, entre sol4 y sol5, pasando por los nodos de la cuerda que forman los armónicos naturales do5 y mi5. Se puede tocar en el puente o en su simétrico, a la cejilla
Armónicos en dobles cuerdas	Giacinto Scelsi: Quartetto nº4 (1964)		C. 134: Dobles cuerdas, ejecutando un armónico artificial en cuerda re (escrito de forma descriptiva y prescriptiva) y una nota normal (en trino) en cuerda
	Gerard Grisey: Periodes per sette strumenti (1974)		Nº 10 de ensayo: Grisey parte de una doble cuerda, donde varía entre presión normal y armónico, excitando los nodos con armónicos naturales. Incluye un sistema con las notas reales.

TIPO DE ARMÓNICO	AUTOR Y OBRA	EJEMPLO DE NOTACIÓN Y RESULTADO SONORO	COMENTARIOS
Multifónicos	Mauricio Sotelo: Klang Muro II para ensemble. (2012)		C. 115: Los multifónicos se indican mediante la M y la escritura en diamantes. Las notas a pisar ligeramente se encuentran con alteraciones microtonales.
Subarmónicos	George Crumb.: Black Angels for electric string quartet. IV movimiento <i>Devil-music</i> (1970)		Crumb los denomina pedal tones, e indica que deben sonar feos y obscenos. Se deben pisar las notas indicadas sobre la cuerda do, pasando el arco lento y con mucha presión. Incluye los sonidos reales en clave de fa.
Varios tipos de armónicos simultáneos	Salvatore Sciarrino: Sei quartetti brevi per archi. IV quarteto <i>Non presto</i> (1992)		C10-11: Observamos armónicos naturales en varias cuerdas, todo ello ejecutable en primera posición. También artificiales (de distancia de 4ªJ), en glissando y trémolo.
	Fausto Romitelli: The poppy in the cloud per coro di voci bianche e ensemble (1999)		C76-78: Romitelli procura facilitar el trabajo al intérprete. Utiliza la notación prescriptiva, especificando entre paréntesis los valores rítmicos de negras y blancas

4.2.4 Casos en repertorio orquestal

TIPO DE ARMÓNICO	AUTOR Y OBRA	EJEMPLO DE NOTACIÓN Y RESULTADO SONORO	COMENTARIOS
Armónicos naturales	Maurice Ravel: Le Tombeau de Couperin. II movimiento <i>Forlane</i> (1919)		Nº4 de ensayo: Pasaje de armónicos naturales, con varias opciones de interpretación posibles. Ravel, indicando sobre qué cuerdas tocar, aconseja tocar en bloque en 3ª posición fija.
	Anton Webern: Sinfonía op 21. I movimiento (1928)		C. 54-58: Como vimos en el apartado anterior, parciales mayores al 4º son arriesgados en orquesta. Sería más seguro ejecutarlos mediante armónicos artificiales
	Maurice Ravel: Tzigane, Rhapsodie de Concert pour Violon et Orchestre (1924)		C. 134-148: Encontramos dos armónicos naturales en notación prescriptiva. Para evitar confusiones, en la nota grave se debería especificar que se debe ejecutar sobre cuerda do.
	Gustav Mahler: Sinfonía nº 1. I movimiento, <i>Langsam,</i> <i>schleppend.</i> (1888)		C.1-16: Uno de los casos orquestales más conocidos, <i>tutti</i> orquestal de armónico natural, creando una atmósfera muy especial. Hay que tener en cuenta la marca de octava superior (no es el 2º parcial, sino el 4º)

TIPO DE ARMÓNICO	AUTOR Y OBRA	EJEMPLO DE NOTACIÓN Y RESULTADO SONORO	COMENTARIOS
Armónicos en glissando	Maurice Ravel: Rapsodie Espagnole. IV movimiento <i>Feria</i> . (1908)		C. 6: Ravel especifica que los armónicos naturales se deben ejecutar pasando el arco junto al puente. Es una indicación necesaria: son parciales muy altos de la serie armónica, y en forte
Armónicos en glissando	Igor Stravinsky: Consagración de la primavera. I parte, <i>Introduction</i> (1913)		Nº11 de ensayo: Un caso semejante al anterior, donde el intérprete puede escoger entre tocar los armónicos naturales glissando cerca de la cejilla o en los nodos iguales en el otro eje de simetría, al puente.
Armónicos en trémolo	Igor Stravinsky: Pájaro de fuego. I movimiento (1910)		Nº 9 de ensayo: Es imposible obtener los sonidos que especifica Stravinsky mediante armónicos naturales. Se pueden ejecutar como falsos/medios armónicos, o como armónicos artificiales.
Armónicos en trémolo	Richard Strauss: Also Sprach Zarathustra (1896)		Desde nº18 hasta nº21 de ensayo las violas acompañan formando un acorde en trémolo de armónicos artificiales. A finales del s. XIX aún era una técnica novedosa: Strauss procura digitación para el intérprete.

4.3 Guía de ejecución de armónicos

4.3.1 Cuestiones generales

Los armónicos son una preocupación común a todos los instrumentistas de cuerda frotada por lo complejo que resulta proyectar un sonido limpio y audible. Los autores que hemos ido citando a lo largo del trabajo aportan una serie de consejos para obtener mejores armónicos.

En primer lugar, las cuestiones más elementales. Arditti, en su tratado, reconoce que los armónicos suenan mejor en cuerdas nuevas o, al menos cuerdas limpias.¹⁰⁷ En cuerdas con capas de resina adheridas la vibración de la cuerda se entorpece y se irregulariza, generando peor armónicos. Kimura, además, recomienda una generosa cantidad de resina en el arco y probar diferentes composiciones de cuerdas.¹⁰⁸

Los multifónicos y los subarmónicos en los instrumentos de cuerda son idiosincráticos de cada instrumento, al igual que en los vientos madera y metal. Esto significa que cada viola puede generar mejor o peor determinadas frecuencias, sin depender del intérprete.

La ejecución de algunos armónicos como los artificiales a distancia de 8ª y de 5ª pueden ser peligrosos para la salud de la mano izquierda del intérprete. Cada músico debe ser consciente de sus limitaciones físicas, y no intentar éstos armónicos si tiene manos pequeñas, ya que el riesgo de lesión es alto. En caso tener la capacidad, Zukofsky recomienda preparar la extensión con tiempo suficiente y que dure el mínimo tiempo posible, además de calentar la mano antes de abordar las obras con armónicos.¹⁰⁹

Debemos ser conscientes que cuanto más ascendemos en el diapasón, los armónicos son más difíciles de controlar y son más susceptibles a cambios de presión y velocidad en el arco.¹¹⁰

El tratado de orquestación de Forsyth recoge un concepto importante que señaló el musicólogo y compositor Francois-Auguste Gevaert: “cuando un armónico no puede

¹⁰⁷ Arditti, *Techniques of violin playing*, p. 57

¹⁰⁸ Kimura reconoce en sus artículos que las cuerdas de acero *Chromcor* generan mejor subarmónicos de 7ª, mientras que las cuerdas de tripa *Eudoxa* responden mejor a los subarmónicos de 9ª

¹⁰⁹ Zukofsky, *On violin Harmonics*, p. 175

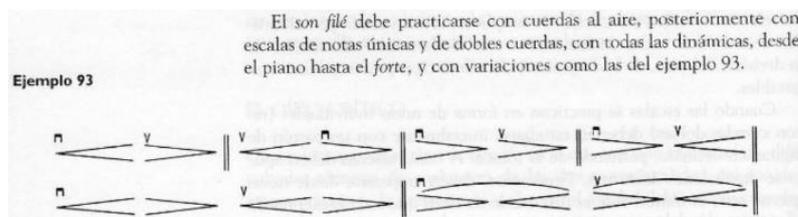
¹¹⁰ Fallowfield, *Cello map: a Handbook of Cello technique for performers and composers*. p. 124

hacerse sonar en el violín, es culpa usualmente no de la cuerda, sino del arco” (Forsyth, 1914).¹¹¹ Cuanto más cerca del puente pasemos el arco, más sonido produciremos, por lo que es importante mantener el punto de contacto al puente para mejorar la proyección de armónicos (aunque algunos compositores, queriendo intencionadamente un sonido menos definido, indican *sul tasto*). Otro consejo es reducir la tensión del arco, ya que así se gana en fricción y contacto con la cuerda, mejorando también la producción de armónicos. El problema que esto conlleva es que se pierde articulación en golpes de arco fuera de la cuerda. Los caprichos de Sciarrino pueden ser entonces un problema, ya que incluyen pasajes en *spiccato*, *sautillé* y *ricochet* con armónicos.

También, como resulta evidente, tocar con el arco plano, con todas las cerdas en contacto con la cuerda mejorará el agarre y el resultado de armónicos.

4.3.2 Son filé

En multitud de casos, cuando tocamos desafinado o no logramos ejecutar correctamente un armónico no es culpa de la colocación de los dedos de la mano derecha, sino que se deba a una presión incorrecta del arco. Un sonido sano y rico depende, explica Galamian, de tres factores: velocidad, presión y punto de contacto. Bajo ninguna circunstancia se debe aplicar un peso rígido e inarticulado, ya que apagaría las vibraciones de la cuerda. Debe transmitirse con los dedos relajados, que funcionan como muelles.¹¹²



27 Son filé

Fuente: Galamian, 1998, p. 136

La mejor forma de practicar el equilibrio correcto entre presión, velocidad y punto de contacto, recoge Strange de Flesch (violinista, pedagogo y compositor húngaro de principios de siglo XX) es el golpe de arco conocido como *son filé*. Flesch lo considera como uno de los ejercicios más aburridos para los instrumentos de cuerda, pero también

¹¹¹ Forsyth, C. (1914). *Orchestration*. Londres: Macmillan and Co. p. 331

¹¹² Galamian, *Interpretación y enseñanza del violín*. p. 65

uno de los más beneficiosos.¹¹³ Los principales tratados sobre técnica violinística lo recomiendan: Basics (Fischer, 1997), Interpretación y enseñanza del violín (Galamian, 1998) o Problems of Tone Production in Violin Playing (Flesch, 1934).¹¹⁴ Mari Kimura, además, asegura en una entrevista que ella descubrió los subarmónicos durante su práctica habitual de son filé. Otra virtud de éste golpe de arco es que nos permite atacar notas de lobo que tienen nuestros instrumentos de forma definida, forte y estable, como explica en su canal didáctico de Youtube el prestigioso concertista Augustin Hadelich.¹¹⁵

La invención de la técnica la atribuye Strange a Viotti. Consiste en pasar el arco lo más lento posible (llegando incluso a un minuto por cada arco, dice Fisher),¹¹⁶ en diferentes dinámicas, pero siempre manteniendo constante la cantidad de sonido, centrándose en la resistencia de la cuerda a producir sonido. Se puede variar la velocidad de arco y mantener constante el punto de contacto o viceversa. De esta forma se educan los dedos de la mano derecha (en especial el índice) a la resistencia de las cuerdas, siendo así capaces de calibrar mejor la presión y fricción que el arco ejerce sobre ellas.¹¹⁷

Como ejercicios complementarios para mejorar el control de arco, sin interrumpir la continuidad del sonido, Galamian recomienda los estudios 14 y 29 de Kreutzer. En el momento en que perdemos el control de la presión y suena apretado (ejercemos sobrepresión), nos alejamos del *son filé*, adentrándonos en los subarmónicos.



Fuente: Kreutzer, 1805

Para practicar subarmónicos en la viola o violín Strange recomienda pasar la mitad inferior del arco en la cuerda más grave, en la zona del tasto, donde mejor se pueda sentir la flexibilidad de la cuerda al deformarse con la sobrepresión.¹¹⁸ Después, comenzar a mover el arco lento, con fuerza de fortísimo, y tratar de estabilizar el sonido.

¹¹³ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*, p. 19

¹¹⁴ Flesch, C. (1934) *Problems of Tone Production in Violin Playing*. New York: Carl Fischer Music, p. 7

¹¹⁵ Hadelich, A. (2020). Ask Augustin 28 – Dances With Wolf tones. *Youtube.com*. Recuperado en https://www.youtube.com/watch?v=Bgg8PeVBYss&ab_channel=AugustinHadelich

¹¹⁶ Fischer, S. (1997). *Basics: 300 exercises and practice routines for the violin*. Londres: Peters. p. 18

¹¹⁷ Collins, C. (2011). Bow Speed Techniques. *String Visions: ovation press*. Recuperado en <http://stringvisions.ovationpress.com/2011/08/bow-speed-techniques/>

¹¹⁸ Strange, *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*, p. 24

Al principio sonará distorsionado, gruñido, pero el intérprete debe aguantar el golpe de arco. Un buen resultado sería lograr estabilizar el sonido en unos dos segundos.

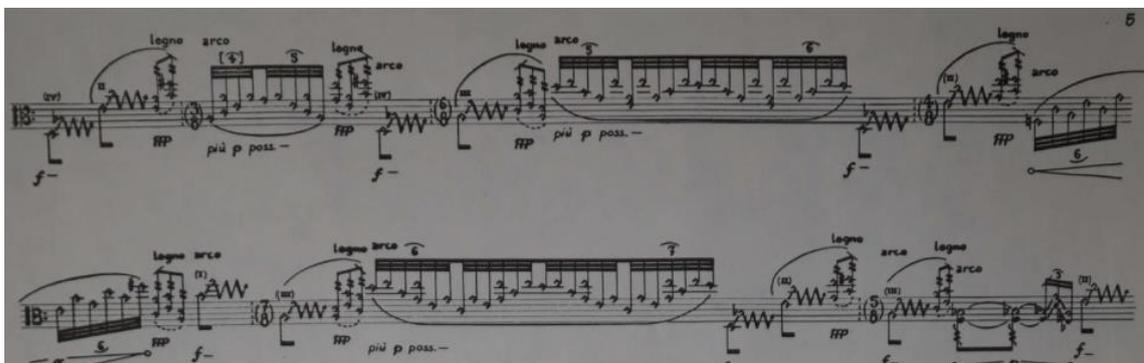
Es importante ser consciente también que, dado los requisitos necesarios para ejecutar un subarmónico o multifónico (sobrepresiones, tocar cerca del puente, arco lento, etc.) es imposible crearlos en *piano* o *pianissimo*.

4.3.3 Estudios para practicar todos los tipos de armónicos descritos

Como tratados básicos de técnica con los que practicar armónicos tenemos dos libros ya mencionados anteriormente: *Violin School* (David, 1901) y *The Scale System* (Flesch, 1924). El segundo se incluyó como suplemento al libro de Flesch *The Art of Violin Playing*, y fue adaptado para viola por Charlotte Karman en 1941. Ambos ensayos incluyen escalas y arpeggios de armónicos naturales y artificiales, incluso escalas en dobles cuerdas. Como tratados de ejecución más compleja contamos con dos obras para viola sola, escritas íntegramente con armónicos, de compositores nacidos a mitad de siglo XX.

En primer lugar, *Tre Notturmi Brillanti* para viola sola del ya mencionado varias veces Salvatore Sciarrino. La lectura del pentagrama es sencilla, ya que es puramente prescriptiva: tanto armónicos naturales como artificiales los escribe mediante cabezas de diamante, es decir, indicando los dedos que se deben presionar.

Estas tres piezas contienen armónicos en trémolo, armónicos con glissando, con trinos, efectos de *flautato*, de *sul tasto*, armónicos en *col legno*, en *ponticello*, etc. La primera está compuesta esencialmente de armónicos naturales en dobles cuerdas y arpeggios; el segundo nocturno son bariolajes de armónicos y vibrato de armónicos con pasajes *col legno* intercalados. El último se compone de armónicos artificiales trinados.



289 3 Nocturni Brillanti

Fuente: Sciarrino, 2007

En segundo lugar, el estudio número 6 dentro de los *Viola Spaces* de Garth Knox. Es un compositor e intérprete de viola irlandés, fue integrante del Cuarteto Arditti y solista del *Ensemble Intercontemporaine*. Ha grabado y estrenado multitud de obras de Boulez, Berio, Xenakis, Stockhausen, Ligeti y Kurtág. Los *Viola Spaces*, que deben su nombre al festival japonés de viola organizado por Nobuko Imai, son ocho estudios donde cada uno explora una cuestión concreta de las técnicas extendidas para viola:¹¹⁹

1. *Beside the bridge*. Sul ponticello, sobrepresiones
2. *Ghosts*. Sul tasto, flautandos, no vibrato
3. *One finger*. Glissandos. Integramente ejecutado con un dedo
4. *Nine fingers*. Pizzicatos mano izquierda, derecha, tipo guitarra
5. *Rapid repeat*. Tremolos medidos, libres, scratch, ricochet
6. *Harmonic horizon*. Armónicos
7. *In between*. Cuartos de tono
8. *Up, down, sideways, round*. Movimiento longitudinal del arco

El estudio nº6, *Harmonic Horizon*, es especialmente interesante por estar compuesto en dos pentagramas simultáneamente: un pentagrama superior en clave de Sol que indica los sonidos reales, y un pentagrama inferior con la notación estandarizada de los armónicos. Al igual que en el caso de Sciarrino, se interpreta únicamente con armónicos. Es muy útil también el anexo que Knox incluye, explicando en inglés, francés y alemán con detalle cómo interpretar cada uno de los *Viola Spaces*.¹²⁰

3029 *Harmonic Horizon*

Fuente: Knox, 2009

¹¹⁹ István, S. (2016). *Beyond extended techniques: fundamental techniques in Viola Spaces of Garth Knox* (Tesis Doctoral). Recuperado de https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/Ertz_uncg_0154D_12094.pdf

¹²⁰ Knox, G. (2021). *Viola Spaces*. *Garth Knox: violist composer*. Recuperado en <https://www.garthknox.org/compositions/viola-spaces/>

5. CONCLUSIONES

5.1 Resumen de investigación

A lo largo de esta investigación hemos cumplido el objetivo principal propuesto, el reunir la escasa información disponible sobre ésta técnica extendida, los armónicos en la viola. Hemos plasmado una explicación teórica que demuestra el porqué de ésta extraña sonoridad que proyectan, también hemos concretado los diferentes métodos de notación, el significado de cada uno de ellos y el método más adecuado de ejecución.

Entre los objetivos secundarios conseguimos acotar el rango de los armónicos: su tesitura y cuáles funcionan de forma segura en la viola, y compararlo con los armónicos posibles en el violín, violonchelo y contrabajo. A pesar de no contar con el tamaño reducido y las frecuencias de sonido altas del violín ni con las largas y gruesas cuerdas de los instrumentos más graves, la viola es perfectamente capaz de ejecutar un amplio abanico de armónicos naturales (y sus análogos artificiales) de distancia de 5^a (si la mano lo permite), de 4^a y de 3^a mayor. Los armónicos de 3^a menor también proyectan, pero de forma menos consistente. Los armónicos de 8^a son, al igual que en el violín, imposibles de ejecutar.

Hemos logrado también confeccionar una gran tabla con los principales ejemplos de armónicos en la literatura musical en la que participa la viola. Éste gran volcado de datos esperamos que sea útil a todas aquellas amistades con las que hemos hablado del tema y estaban igual de confusas, también a profesores o compañeros de orquesta que han tenido que sacrificar tanto tiempo de clases y ensayos a buscar el sonido correcto, o la digitación adecuada.

Es relevante señalar los problemas e imprevistos que surgieron durante la documentación de este trabajo de fin de estudios. En primer lugar, se planteó trabajar sólo sobre subarmónicos, el tema más novedoso e inédito de todos los armónicos. Sin embargo, el miedo a la falta de fuentes y bibliografía previa incentivó la ampliación del campo de mira: armónicos naturales, artificiales y subarmónicos. Según más investigaba, mayor cantidad de variantes, subtécnicas y ejemplos encontraba, más apasionante y particular se volvía el trabajo y más complicado, a falta de la ayuda de un especialista en física y acústica que contara con el material de medición necesario que nos pudiera ayudar (por ejemplo, con los análisis espectrográficos de armónicos).

Por último, comentar la gran complejidad musical de las partituras que he llegado a consultar en esta investigación: muchos compositores del siglo XX y XXI que poco se trabajan en relación a otros estilos, tanto en los conservatorios como en la universidad. Este trabajo ha pretendido paliar esa falta de conocimientos, saciar esa curiosidad por las técnicas extendidas y buscar nuevos límites técnicos que trabajar en nuestras violas.

5.2 Influencias

Grandes directores como Sir Simon Rattle son conscientes de lo crucial que resulta en el mundo profesional el tener una notación musical clara y comprendida. Expresa este en el prólogo del libro *Behind Bars* de Elaine Gould la importancia de dedicar tiempo de ensayo en la propia música, practicando la ejecución, sin tener que dedicar dicho tiempo a descifrar la notación.¹²¹

Esperamos que este trabajo no se estanque en lo meramente teórico y sirva a otros intérpretes de cuerda frotada a ampliar su conocimiento y control sobre armónicos, ayudando a mayores a perder el miedo a las técnicas extendidas, un gran recurso expresivo para la viola. Además, resulta especialmente útil, ya que con un correcto control sobre los armónicos naturales y artificiales podemos aumentar considerablemente el límite superior de registro de nuestro instrumento (incluso también el límite inferior, perfeccionando la técnica de subarmónicos).

Es importante remarcar también que a lo largo de ésta investigación no se ha pretendido menospreciar a ningún compositor, obra o notación. Debemos ser conscientes que, sobre todo los pioneros en el uso de armónicos, hacían uso de la poca teoría redactada al respecto, o se inventaban una notación en caso de no disponer de una.

En caso de dirigir una queja hacia alguien, debería ser hacia las editoriales modernas, que sacan reediciones de las mismas partituras, pero con cambios menores con la intención de volver a cobrar a los músicos, y no se preocupan por mejorar la notación de estas técnicas extendidas según los últimos consensos (como Stone o Gould).

Poner en práctica los consejos redactados en el apartado 4.3 (guía de ejecución de armónicos) resultará útil a la proyección de sonido en general del violista, no sólo a la proyección de armónicos de forma más clara. Trabajar con el arco lento en *son filé*,

¹²¹ Gould, *Behind Bars*, p. vii

diferentes grados de presión o centrando el punto de contacto del arco cerca del puente contribuirá a abrir el instrumento y mejorar su sonido. Dedicar tiempo a éste trabajo, indudablemente, merece la pena.

Los violistas de hoy en día necesitan conocer y dominar todas las variantes de armónicos aquí descritas, ya que las obras anteriormente analizadas de Britten, Takemitsu, Knox o Ligeti comienzan a incluirse dentro de programas de recital y de concurso, como en el festival *Viola Spaces* de Tokio.¹²²

5.3 Reflexión personal

El trabajo no termina aquí, sino que con todo lo aprendido en la fase de documentación se han planteado una serie de preguntas que merecen ser respondidas en el futuro. Este futuro proyecto será ideal de abordar de forma interdisciplinar, contando con la colaboración de un investigador especializado en física y/o con un luthier. Grabar las técnicas extendidas conocidas como multifónicos y subarmónicos, y posteriormente analizar dichos archivos de sonido.

Un análisis espectrográfico de frecuencias de sonido permitiría responder preguntas actualmente imposibles y comprender mejor la naturaleza teórica de dichos fenómenos, por ejemplo, si realmente en los subarmónicos se genera una nota inferior a la cuerda al aire o se trata de información que genera nuestro cerebro, el *terzo suono* que ya encontró Tartini.

En mi proceso de comprensión de la ejecución de armónicos, he preguntado a compañeros violinistas, violistas y chelistas cómo los ejecutan ellos. Me ha llamado la atención que, a pesar de que los tratados teóricos defienden el uso del pulgar como dedo utilizable en los armónicos artificiales, los compañeros chelistas a los que he preguntado niegan utilizar el pulgar en armónicos, jactándose que se trata de una posición incómoda.

Es obvio que no se han abarcado aquí todos los casos de armónicos en el repertorio de viola, sino algunos de los más significativos. Es por ello que también sería interesante más adelante expandir los límites de este trabajo, en forma de base de datos digital online, donde los usuarios poder volcar sus casos de partituras con dificultades de estas técnicas

¹²² Viola Space 2022 (2021). *The 5th Tokyo International Viola Competition*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <http://tivc.jp/eng/competition/>

extendidas (inspirado en los foros de violinistas como los de Mari Kimura o Nathan Cole).¹²³

Espero, de nuevo, que este trabajo sea útil a compañeros de profesión. Pero también espero que me sea útil a mí, ya que con la entrega de este TFE cierro una etapa en Salamanca como estudiante de música y abro otra, donde me enfrentaré a obras más complejas, más exigentes, con más técnicas extendidas. Espero volver una y otra vez a este trabajo, a mi transcripción de Zukofsky, por ejemplo, buscando una solución a un pasaje complejo de armónicos naturales y artificiales, y que por el camino recuerde con cariño mi tiempo aquí en Salamanca y el COSCYL.

Desde los tiempos de Pitágoras el hombre se ha preocupado por buscar la esencia teórica y la fenomenología de la música. No permitamos que este arte se vuelva cada vez más un proceso de simple repetición, aprendiendo técnicas de memoria sin comprender su fundamento. Debemos tratarla con el mismo respeto que nuestros antepasados, como aquel arte que encierra las fórmulas matemáticas que dan sentido al mundo.

¹²³ Ferris, E. (2007). Subharmonics. Violinist.com. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://www.violinist.com/discussion/archive/11249/>

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1: Monografías

- ADLER, S. (2006). *El estudio de la orquestación* (Jaime M. Fatás y Luis M. Fatás, Trad.). Barcelona: Idea Books (Obra original publicada en 1982).
- ANTEQUERA, C. (2015). *Catalogación sistemática y análisis de las técnicas extendidas en el violín en los últimos treinta años del ámbito musical español* (Tesis Doctoral). Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://dialnet.unirioja.es/download/tesis/45374.pdf>
- ARDITTI, I. (2013). *The Techniques of Violin Playing*. Kassel: Bärenreiter-Verlag
- BOECIO, A. (480 – 524 d.C). *De Institutione musica* (Ms. 525). Salamanca: Fondo Antiguo de la Universidad de Salamanca.
- BURKHOLDER, P., GROUT, D. Y PALISCA, C. (2015). *Historia de la música occidental* (8ª ed.). Madrid: Alianza Música
- CAMPBELL, M. (2001). Harmonics. *Grove Music Online*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.43536>
- CAMPBELL, M. (2001). Inharmonicity. *Grove Music Online*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.13801>
- CAMPBELL, M. (2001). Multiphonics. *Grove Music Online*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.43536>
- CAMPBELL, M. (2001). Partial. *Grove Music Online*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.20975>
- DRIESSEN, C. Y SAÑA, O. (2019). *The Chop Notation Project* desde <https://www.caseydriessen.com/chop-notation-project>
- FALLOWFIELD, E. (2009). *Cello map: a handbook of Cello technique for performers and composers* (Tesis Doctoral). Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/960/2/Fallowfield_10_PhD.pdf

- FISCHER, S. (1997). *Basics: 300 exercises and practice routines for the violin*. Londres: Peters.
- FLESCHE, C. (1934) *Problems of Tone Production in Violin Playing*. New York: Carl Fischer Music.
- FORSYTH, C. (1914). *Orchestration*. Londres: Macmillan and Co.
- GALAMIAN, I. (1998). *Interpretación y enseñanza del violín* (Elisabeth Green, Trad.). Madrid: Editorial Pirámide (Obra original publicada en 1962).
- GOULD, E. (2011). *Behind Bars: The Definitive Guide To Music Notation*. Londres: Faber Music Publications.
- GRIFFITHS, P. (2001). Varese, Edgar. *Grove Music Online*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.29042>
- ISTVÁN, S. (2016). *Beyond extended techniques: fundamental techniques in Viola Spaces of Garth Knox* (Tesis Doctoral). Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/Ertz_uncg_0154D_12094.pdf
- KIMURA, M. (1999). How to Produce Subharmonics on the Violin. *Journal of New Music Research*. 28:2, 178-184. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1076/jnmr.28.2.178.3118>
- KONG, J. Y YOSHINAGA, I. (2011). Some Phonatory Characteristics of Tibetan Buddhist Chants. *Journal of the Phonetic Society of Japan*. 15:2. pp. 83-90
- KORSAKOV, N. R. (1946). *Principios de orquestación, con ejemplos sacados de sus propias obras*. Buenos Aires: Ricordi (Obra original publicada en 1874).
- LEBAS, L. (2006). String Harmonics in Ravel's Orchestral Works (Trabajo Final de Máster). Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://www.academia.edu/25374877/String_Harmonics_in_Ravels_Orchestral_Works
- OLAZABAL, T. (1954). *Acústica musical y organología*. Buenos Aires: Ricordi.
- PORTA, E. (1985). *The violin: harmonics, classification and new techniques*. Milan: Ricordi.

- ROSSING, T. (2014). *Springer Handbook of Acoustics* (2ª Ed.). Nueva York: Springer Publishing.
- SALINAS, F. (2013). *De Musica libri septem* (Bernardo García-Bernalt y Amaya García, Trad.). Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca (Obra original publicada en 1577).
- SEKULIC, D. (2013). *Do you hear me? Handbook to contemporary violin notation*. Real Conservatorio de Música de Bruselas. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde http://dejanasekulic.com/essay-do_you_hear_me.pdf
- SILVERMAN, T. (1997). Hooked on Multiphonics. *American String Teacher Journal*. 45-46. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.1177/000313139704700309>
- SPOHR, L. (1852). *Grand Violin School* (Ureli Hill, Ed.). Boston: Oliver Ditson Publisher (Obra original publicada en 1832).
- STONE, K. (1980). *Music Notation in the Twentieth Century: A Practical Guidebook*. Nueva York: W. W. Norton & Co.
- STRANGE, A. Y STRANGE, P. (2001). *The Contemporary Violin: Extended Performance Techniques*. Berkeley: University of California Press.
- TARTINI, G. (1754). *Trattato di musica: secondo la vera scienza dell'a Armonia*. Padua.
- VINCENT, M. (2003). *Contemporary Violin Techniques: the timbral revolution*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3965875/mod_folder/content/0/Contemporary%20Violin%20Techniques%20-%20Michael%20Vincent.pdf?forcedownload=1
- WEI-YAN, S. (2018). *Breaking the sound barriers: extended techniques and new timbres for the developing violist* (Tesis Doctoral). Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://open.library.ubc.ca/media/download/pdf/24/1.0365754/4>
- ZUKOFSKY, P. (1968). On Violin Harmonics. *Perspectives of New Music*. 6:2, 174-181. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://doi.org/10.2307/832360>

6.2: Webgrafía

- Carnegie Hall (2012). Extended Techniques for Strings: Kaija Saariaho and Anssi Karttunen Workshop. *Youtube.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://www.youtube.com/watch?v=T32QIOAxrlo&ab_channel=CarnegieHall
- COLE, N. (2016). The one-minute bow: beautiful violin tone with Son Filé. *Youtube.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://www.youtube.com/watch?v=WnH6EvvzCk8&ab_channel=NathanCole
- COLLINS, C. (2011). Bow Speed Techniques. *String Visions: ovation press*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <http://stringvisions.ovationpress.com/2011/08/bow-speed-techniques/>
- Das Subharchord (2021). Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde http://www.subharchord.com/sub_frameset/sub_frameset.html
- DAVIES, T. (2013) In Touch with Harmonics. *The Tim Davies Orchestration Blog*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <http://www.timusic.net/debrevd/harmonics/>
- FERNÁNDEZ, J. (2017). Giuseppe Tartini y el misterioso “tercer sonido”. *Deviolines.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://www.deviolines.com/el-misterioso-tercer-sonido-de-giuseppe-tartini/>
- FERRIS, E. (2007). Subharmonics. *Violinist.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://www.violinist.com/discussion/archive/11249/>
- HADELICH, A. (2020). Ask Augustin 28 – Dances With Wolf tones. *Youtube.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://www.youtube.com/watch?v=Bgg8PeVBYss&ab_channel=AugustinHadelich
- KIMURA, M. (2011). Subharmonics. *Mari Kimura – violinist/composer*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <http://www.marikimura.com/subharmonics.html>
- KNOX, G. (2021). Viola Spaces. *Garth Knox: violist composer*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://www.garthknox.org/compositions/viola-spaces/>

- LIU, T. (2017). *Artificial Harmonics on the Violin*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://ysjournal.com/artificial-harmonics-on-the-violin/>
- Moderncellist (2011). The Seagull Effect – Demonstration. *Youtube.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://www.youtube.com/watch?v=UTZvFSiQkk&ab_channel=moderncellist
- Radio Clásica (2021). Interactivo monográfico: Louis Spohr, hacia lo romántico. *Rtve.es*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://www.rtve.es/radio/20210405/spohr-interactivo-rc/2084288.shtml>
- STEIN, P. (2018). What Artificial Harmonics Teach Violinists. *Violinist.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <https://www.violinist.com/blog/stein4strings/20188/27396/>
- TEDx Talks (2011). An Imperfect Instrument: Jennifer Stumm. *Youtube.com*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde https://www.youtube.com/watch?v=8ewxApY3uO4&ab_channel=TEDxTalks
- Viola Space 2022 (2021). *The 5th Tokyo International Viola Competition*. Recuperado el 30 de mayo de 2021 desde <http://tivc.jp/eng/competition/>

6.3: Partituras consultadas

- ARENSKY, A. (1957). *Variations on a Theme of Tchaikovsky* (op. 35a). Essex: Swift. (Original compuesta en 1894).
- BRITTEN, B. (2013). *Three Suites for solo viola* (Nobuko Imai, Trans.) Londres: Faber Music. (Original compuesta en 1964).
- CLARKE, R. (1919). *Sonata for Viola (or Violoncello) and Piano*. Londres: Master Music Publications.
- CRUMB, G. (1979). *Black Angels: Thirteen Images from the Dark Land for Electric String Quartet*. New York: Edition Peters.
- DAVID, F. (1901). Part II: The advanced pupil. *Violin School* (Carl Fischer, Trad.). Nueva York: Carl Fisher Publisher (Obra original publicada en 1863).
- GRISEY, G. (1974) *Periodes per sette strumenti*. Milán: Ricordi.
- KNOX, G. (2009). *Viola Spaces: Contemporary Viola Studies*. Mainz: Schott.
- KREUTZER, R. (1805). *Forty Two Studies for the violin* (Walter Blumeau Trans. Viola). Nueva York: Schirmer.
- LACHENMANN, H. (1971). *Gran Torso*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel
- LIGETI, G. (1974). *Streichquartett No. 1 (Métamorphoses nocturnes)*. Mainz: Shott.
- LIGETI, G. (1994). *Sonate for viola solo*. Mainz: Schott.
- MAHLER, G. (1906). *Symphony No. 1*. Vienna: Universal Edition. (Original compuesta en 1888).
- MONDONVILLE, J. (1738). *Les sons harmoniques, sonates a violon seul avec la base continue* (VM7-764). París: Bibliotheque nationale de France.
- PAGANINI, N. (1834). *Sonata per la Grand Viola* (MS.70). Moscú: Muzyka.
- RAVEL, M. (1919) *Le Tombeau de Couperin* (arreglo orquestal). Paris: Durand & Cie.
- RAVEL, M. (1908). *Rhapsodie Espagnole*. París: Durand & Fils Editions Musicales.

- RAVEL, M. (1913). *Trois Poemes de Stéphane Mallarmé*. París: Durand & Fils Editions Musicales.
- RAVEL, M. (1924) *Tzigane, Rapsodie de Concert*. París: Durand & C.
- ROMITELLI, F. (1999). *The poppy in the cloud*. París: Ricordi.
- SAARIAHO, K. (2006) *Vent Nocturne for solo viola and electronics*. Sussex: Chester Music.
- SCELSI, G. (1964). *Quartetto n°4*. París: Editions Salabert.
- SCIARRINO, S. (2007). *3 Notturmi Brillanti per viola sola*. Milán: Ricordi.
- SCIARRINO, S. (1992). *Sei Quartetti Brevi*. Milán: Ricordi.
- SOTELO, M. (2012). *Klang-Muro... II*. Viena: Universal Edition.
- SOTELO, M. (2009). *Muros de dolor... V*. Viena: Universal Edition
- SPAHLINGER, M. (2003). *Adieu m'amour*. Nueva York: Peer Music.
- STRAUSS, R. (1896). *Also sprach Zarathustra*. Munich: Joseph Aibl.
- STRAVINSKY, I. (1922). *The Rite of Spring*. Berlin: Editions Russes de Musique. (Obra original publicada en 1913).
- STRAVINSKY, I. (1910). *The Firebird*. Moscú: P. Jurgenson.
- STRAVINSKY, I. (1914). *Trois pieces pour quatuor a cordes*. Nueva York: Boosey & Hawkes.
- TAKEMITSU, T. (1991). *A string Around Autumn*. Tokio: Shott Music.
- WEBERN, A. (1928). *Sinfonía op. 21*. Viena: Universal Edition.