



GENERALITAT
VALENCIANA

iseaCV

7 ejercicios de técnica para el clarinete basados en la música de las esferas de Kepler

Trabajo fin de grado

Alumno: Jöel Bou Genís

Directores del TFG: José Personat Remolar, Manuel

Lafarga Marqués

Especialidad: Pedagogía

Grado Superior de Música

Curso académico

2024 – 2025



bajo licencia Creative Commons 4.0 EU

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en la creación y aplicación de siete ejercicios técnicos originales para clarinete, fundamentados en la reinterpretación pedagógica de la teoría de la música de las esferas de Johannes Kepler. La investigación comienza con una revisión histórica de la concepción de la música de las esferas, destacando la contribución fundamental de Kepler al asignar relaciones armónicas y escalas musicales específicas a los movimientos planetarios. Se explora cómo estas asignaciones pueden traducirse en material didáctico práctico para el desarrollo técnico del clarinetista. El trabajo establece un vínculo directo entre las notas y escalas planetarias de Kepler y los desafíos técnicos que enfrentan los estudiantes de clarinete en el nivel de sexto de profesional, etapa crucial en su preparación para las pruebas de acceso al grado superior de música. Se argumenta que la conexión con un concepto histórico y cosmológico como la música de las esferas puede ofrecer una perspectiva más rica y motivadora para el estudio de la técnica instrumental. La parte central de este TFG presenta siete ejercicios técnicos detallados y específicos para clarinete, cada uno de ellos basado en las notas y las relaciones interválicas derivadas de la música de las esferas Kepleriana. Estos ejercicios están diseñados para abordar aspectos técnicos fundamentales como la agilidad de los dedos, la afinación precisa, la articulación clara y el desarrollo de la musicalidad. Se justifica la pertinencia de estos ejercicios para el nivel de sexto de profesional, explicando cómo contribuyen al perfeccionamiento técnico necesario para afrontar con éxito las pruebas de acceso al grado superior de música. Finalmente, se discute el potencial pedagógico de esta metodología innovadora para enriquecer la práctica técnica y la comprensión musical de los futuros profesionales del clarinete.

Palabras clave: Kepler, astronomía, música de las esferas, planetas, intervalos armónicos, didáctica de la música, clarinete

ABSTRACT

This Final Degree Project focuses on the creation and application of seven original technical exercises for clarinet, based on the pedagogical reinterpretation of Johannes Kepler's music of the sphere's theory. The research begins with a historical review of the conception of the music of the spheres, highlighting Kepler's fundamental contribution in assigning harmonic relationships and specific musical scales to planetary movements. It explores how these assignments can be translated into practical didactic material for the technical development of the clarinetist. The project establishes a direct link between Kepler's planetary notes and scales and the technical challenges faced by clarinet students at the sixth professional level, a crucial stage in their preparation for the entrance exams to the higher degree in music. It is argued that the connection with a historical and cosmological concept such as the music of the spheres can offer a richer and more motivating perspective for the study of instrumental technique. The central part of this FDP presents seven detailed and specific technical exercises for clarinet, each based on the notes and intervallic relationships derived from Kepler's music of the spheres. These exercises are designed

to address fundamental technical aspects such as finger agility, precise intonation, clear articulation, and the development of musicality. The relevance of these exercises for the sixth professional level is justified, explaining how they contribute to the technical refinement necessary to successfully face the entrance exams to the higher degree in music. Finally, the pedagogical potential of this innovative methodology to enrich the technical practice and musical understanding of future clarinet professionals is discussed.

Keywords: *Kepler, astronomy, music of the spheres, planets, harmonic intervals, Music didactics, Clarinet.*

RESUM

Aquest Treball de Fi de Grau se centra en la creació i aplicació de set exercicis tècnics originals per a clarinet, fonamentats en la reinterpretació pedagògica de la teoria de la música de les esferes de Johannes Kepler. La investigació comença amb una revisió històrica de la concepció de la música de les esferes, destacant la contribució fonamental de Kepler en assignar relacions harmòniques i escales musicals específiques als moviments planetaris. S'explora com aquestes assignacions poden traduir-se en material didàctic pràctic per al desenvolupament tècnic del clarinetista. El treball estableix un vincle directe entre les notes i escales planetàries de Kepler i els desafiaments tècnics que enfronten els estudiants de clarinet en el nivell de sisè de professional, etapa crucial en la seua preparació per a les proves d'accés al grau superior de música. S'argumenta que la connexió amb un concepte històric i cosmològic com la música de les esferes pot oferir una perspectiva més rica i motivadora per a l'estudi de la tècnica instrumental. La part central d'aquest TFG presenta set exercicis tècnics detallats i específics per a clarinet, cadascun d'ells basat en les notes i les relacions intervàliques derivades de la música de les esferes kepleriana. Aquests exercicis estan dissenyats per a abordar aspectes tècnics fonamentals com l'agilitat dels dits, l'afinació precisa, l'articulació clara i el desenvolupament de la musicalitat. Se justifica la pertinència d'aquests exercicis per al nivell de sisè de professional, explicant com contribueixen al perfeccionament tècnic necessari per a afrontar amb èxit les proves d'accés al grau superior de música. Finalment, es discuteix el potencial pedagògic d'aquesta metodologia innovadora per a enriquir la pràctica tècnica i la comprensió musical dels futurs professionals del clarinet.

Paraules clau: *Kepler, astronomia, música de les esferes, planetes, intervals harmònics, didàctica de la música, clarinet.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi tutor, José Personat, profesor de pedagogía, por su guía y dedicación a lo largo de estos años y especialmente en este trabajo, que ha sido fundamental para mi formación.

También a mi cotutor, Manuel Lafarga, por su valiosa orientación en este trabajo. Su perspectiva como profesor de historia y estética ha enriquecido enormemente mi comprensión del tema.

A mi mentor de clarinete en mis etapas iniciales y profesionales, Eduardo Terol. Su contagiosa pasión por la música y enorme paciencia como mentor han sido una fuente constante de inspiración.

Deseo hacer especial mención a mis compañeros de *Armónium Ensemble* junto a los que cada ensayo y actuación han supuesto para mí un valioso aprendizaje. A mi banda *El Deliri de Gorga*, que me ha visto crecer y dar los primeros pasos en este bello arte que es la música.

También deseo mencionar aquí a Gregorio Casasempere, cuya orientación, opinión experta y conocimientos transmitidos han sido clave para el desarrollo de mi carrera.

Y, por último, deseo reconocer a mi abuelo, Eliseo Genís, cuyo incondicional apoyo desde los comienzos y la confianza que siempre ha depositado en mí han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

- *MEE – Música de las esferas*
- *HM - Harmonices Mundi*
- *AEE – Armonía de las esferas*
- Mm – Modo menor
- MM – Modo mayor

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Objeto de estudio y justificación	2
1.2 Estado de la cuestión. La música y las estrellas: Un universo de conexiones fascinantes.....	4
2.1.1. Mitos y leyendas.....	5
2.1.2. Instrumentos cósmicos	5
2.1.3. Música celestial	5
2.1.4. Música espacial.....	5
2.1.5. Inspiración artística.....	5
2.1.6. Experiencias inmersivas	6
2.1.7. Educación y divulgación	6
1.3 Objetivos.....	6
1.4 Metodología y estructura	7
1.5 Dificultades y facilidades	9
Obstáculos en la comprensión de <i>Harmonices Mundi</i> . Un viaje a través de los desafíos históricos y conceptuales.....	9
Facilidades para la comprensión de la obra.....	10
CAPÍTULO 2. LA MÚSICA DE LAS ESFERAS	12
2.2. El orden de los cielos.....	12
2.3. Intervalos y Armonía de las Esferas	19
2.4. Quadrivium.....	19
2.5. <i>Harmonices Mundi</i> : el último tratado sobre un antiguo problema.....	20
Armonía musical	20
Fundamentos de la astronomía moderna	21
Inspiración musical.....	21
Visión filosófica y espiritual	21
2.6. Cinco escalas para cinco mundos.	22
2.6.1. El Quinto libro “ <i>De Harmonices Mundi</i> ”.....	23
2.6.2. Capítulo cuarto: “En qué cosas tocantes al movimiento de los planetas háyanse expresadas por el Creador las proporciones armónicas y de qué modo”. .	24
2.6.3. La Correspondencia entre Movimientos Planetarios y Música.	25
2.6.4. Expresión de los tonos o modos musicales en los movimientos planetarios.	26
Justificación de contrapuntos o armonías universales únicas a cada planeta.	27
CAPÍTULO 3. EL CLARINETE.....	32
3.1. El Clarinete y la <i>Música de las Esferas</i> : Un Vínculo Armónico.	32
3.2. Objetivos de la enseñanza del clarinete	34
Objetivos Generales.....	34
Objetivos Específicos	35
Objetivos Pedagógicos	35
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DIDÁCTICA	36
4.1. Competencias transversales de la pedagogía aplicada al clarinete	36
4.2. Fundamentos y normativas curriculares.	37
4.3. Criterios de elaboración y composición de los ejercicios.....	44

4.4. Ejercicios Propuestos.....	46
4.4.1. Saturno.....	46
4.4.2. Jupiter.....	48
4.4.3. Marte.....	51
4.4.4. Tierra.....	54
4.4.5. Venus.....	57
4.4.6. Mercurio.....	63
4.4.7. Luna.....	66
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	69
ANEXOS.....	71
Anexo I. Recepción de la “Harmonices Mundi”.....	71
Recepción en su Época.....	71
Recepción en la Actualidad.....	72
Principales composiciones musicales inspiradas en Kepler:.....	72
El sonido de los astros perspectivas sobre los sonidos del cosmos.....	73
Investigaciones científicas sobre el origen del sonido de los astros.....	73
Jean Philippe Rameau.....	74
Giuseppe Tartini.....	76
Isaac Rice.....	77
Anexo II. Ilustraciones adicionales.....	79
Anexo III. Breve reseña biográfica.....	85
Hasta la aparición de Harmonices Mundi.....	85
Tras Harmonices Mundi.....	86
Anexo. IV. Una introducción histórica: Desde la Antigüedad Clásica hasta el Renacimiento y Barroco.....	88
Antigüedad.....	89
Platón.....	89
Plinio el Viejo.....	89
Claudio Ptolomeo.....	90
Aristides Quintiliano.....	91
Edad Media.....	91
Anicio Manlio Torcuato Severino Boecio.....	91
John Scotus Eriugena.....	92
The Ikhwan Al-Safa.....	93
Al-Hasan Al-Katib.....	94
Renacimiento y Barroco.....	94
Marsilio Ficino.....	94
Francisco de Salinas.....	95
Bartolomé Ramos de Pareja.....	96
Giovanni Pico della Mirandola.....	96
Franchino Gaffurio.....	97
Henricus Glareanus.....	97

Gioseffo Zarlino	98
Jean Bodin	99
Robert Fludd	99
Marin Mersenne	100
Athanasius Kircher	101
Andreas Werckmeister	102
Michael Maier.....	102
Isaac Newton	103
Anexo V. Relación del movimiento planetario con el sonido	106
Efecto Doppler.....	106
Atmósfera	106
Ruido ambiental.....	106
Campos magnéticos	107
Anexo VI. Breve historia y antecedentes del Clarinete.	108
BIBLIOGRAFÍA.....	111
PARTITURAS MENCIONADAS	115
WEBGRAFÍA y FILMOGRAFÍA.....	116
ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES.....	118
APÉNDICE DOCUMENTAL	120

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto de estudio y justificación

La música y el cosmos son dos aspectos fascinantes que han capturado la atención de la humanidad a lo largo de la historia. La música, por su capacidad de evocar emociones y conectar a las personas a un nivel profundo, ha sido una forma de expresión cultural y artística desde tiempos inmemoriales. Por otro lado, el cosmos, con sus misterios infinitos y su vastedad insondable, ha inspirado a filósofos, científicos y artistas a explorar e interrogarse acerca de las maravillas del universo.

Son notables y diversas las concepciones que se tienen sobre la música, pero es sabido que este extraordinario arte estuvo sujeto a una constante reflexión filosófica por grandes pensadores, lo que nos lleva a deducir que desde sus inicios la expresión musical se halla totalmente emparentada con la Filosofía, ya que se trata de un arte que el ser humano siempre relacionó con el propio principio del Universo. Ejemplos de esta conexión se encuentran en los trabajos de Isaac ben Hain, Bartolomé Ramos de Pareja o bien Francisco de Salinas, por citar solo algunos.

La música nace como una forma de expresión del hombre enraizada en su tiempo, en la mentalidad y los problemas de la época histórica en que en cada momento se encuentra. Solamente por esto, es fundamental indicar que cada época y cada lugar del mundo exhiben diferentes manifestaciones y gustos musicales.

Se intuye que en el cosmos hay *algo* de música, y viceversa, que en la música hay *algo* del cosmos. Esta intuición ha tomado con el paso del tiempo forma en diferentes teorías según la época, y el autor, explorando esta conexión en los diversos aspectos del cosmos o la música. Bien es sabido que esta búsqueda surge ya en la antigüedad en Pitágoras, Platón, Ptomoleo, continuando con Boecio, Kepler, Newton, y que hoy día sigue vigente en autores como Rudolf Haase. Así lo afirma, por ejemplo, Vicente Liern Carrión en *El eco de la música de las esferas. Las matemáticas de las consonancias*:

Para los padres de la astronomía, Dios era, además de un supremo arquitecto, sobre todo, un músico, y describir la estructura del cosmos era identificar la armonía musical que se encarnaba en las relaciones existentes entre las traslaciones de los distintos astros.¹

¹ Liern Carrión, V (2014) *El eco de la música de las esferas. Las matemáticas de las consonancias*. Discurso de ingreso en la *Reial Acadèmia de Doctors* como Académico Numerario, 15 de mayo 2014. Barcelona: Reial Acadèmia de Doctors, Fundació Universitaria Eserp. Págs. 13-14. <https://raed.academy/wp->

Han sido importantes las figuras que se enfrentan al problema de comprender los fenómenos naturales y su relación con el fenómeno musical. Desde Boecio a Marciano Capella, quienes forman la base musical de gran parte de la Edad Media, Pedro Alfonso y sus aportaciones a *Las artes liberales*² a comienzos del siglo XII, sobre todo en lo relacionado con el *quadrivium*³. La astronomía medieval admite que los planetas producen consonancias armónicas, música solo perceptible a través del intelecto y no precisamente de los oídos, transformándose en la expresión del orden divino en el ámbito astronómico.

La armonía de las esferas desde sus orígenes, en la Grecia del siglo VI a.C. y probablemente antes en el antiguo Egipto, ha sido más que una teoría específica, la formulación de una *intuición* persistentemente compartida.

Ejemplo de ello es la afirmación de Anaximandro (Siglo VI. a.C.) de que la tierra es como una columna cilíndrica, alrededor de la cual giran esferas de fuego, provistas de agujeros similares a los de las flautas, a través de los cuales penetra la luz produciéndose el sonido. Surge así la noción de esferas celestes que producen música, la cual, impregnada de las reelaboraciones y aportaciones de tantos autores, siglos y circunstancias ha sobrevivido hasta nuestros días.

Santo Tomás en el Siglo XIII, afirmaba que la música es “la más noble de las ciencias humanas (...) cada uno debe procurar aprenderla con preferencia a las demás (...) ocupa el primer lugar entre las siete artes liberales”⁴.

La idea de las *Armonías* de Ptolomeo surgidas entre los siglos XVI y XVII⁵ es retomada por Kepler, quien describe un Universo heliocéntrico (situando el sol como centro del cosmos según las teorías de Copérnico) y revelando que las órbitas planetarias trazan un recorrido elíptico. Kepler busca las causas formales del cosmos y las materializa en *HM*, su V libro, en el cual retoma el tema de la *MEE*. Él mismo indica que esta música no es audible, ya que se encuentra más allá del alcance de los sentidos humanos y es una música

<content/uploads/2015/02/Discurso-Dr.-Liern.pdf>

² Lacarra Ducay, María Jesús (1998) La renovación de las artes liberales en Pedro Alfonso. El papel innovador de un judío converso en el siglo XII. En: *De Toledo a Huesca: Sociedades Medievales en transición a finales del siglo XI (1080-1100)*. Carlos Laliena Corbera, Juan F. Utrilla Utrilla (Coord.), págs. 131-138.

³ Compuesto por aritmética, geometría, música y astronomía. Véase Capítulo I – Grecia: *Quadrivium*.

⁴ Citado por: Subirá, J. (1953) *Historia de la Música Española e Hispanoamericana*. Barcelona: Salvat Editores, pág. 155.

⁵ Redondo Reyes, Pedro (2003) La armonía de las esferas según Claudio Ptolomeo. *MHNH: revista internacional de investigación sobre magia y astrología antiguas*, 3, págs. 181-202.

solamente comprendida por la razón, en consonancia con las posiciones racionalistas que posteriormente se impondrán durante los siguientes siglos ⁶. Finalmente se demostraría que los movimientos planetarios responden a la teoría de la Gravitación Universal expuesta por Newton.

Entre los siglos XVII al XIX otros autores continúan desarrollando teorías similares, aunque enfocadas desde un punto de vista que propone el cientifismo de la teoría musical, entre los que destacarán Mersenne, Helmholtz o Rameau ⁷. Este último utilizó la ley de gravitación universal de Newton para explicar los fenómenos musicales, y en esta sucesión de ideas se explicitan las dos premisas de la intuición de la *MEE*: (1) que hay *algo* musical en el cosmos y (2) que hay *algo* del cosmos en la música.

Quizás por esta idea en los manuales de armonía hasta la actualidad se sigue definiendo el primer grado de una tonalidad como *centro de gravedad* para los restantes.

A pesar de que pueda parecer que la indagación musical especulativa acerca del tema se agotaba en el siglo XIX, lo cierto es que a partir la década de 1970 los trabajos relacionados han recibido un importante impulso⁸. El presente texto pretende, modestamente, aportar su granito de arena desarrollando un tema que tiene aún mucho que ofrecer en tanto que recurso para la formación estética y didáctica de los músicos profesionales. Se ha elaborado una exposición más detallada y argumentada de las vicisitudes históricas que han acompañado a la teoría de la *MEE* que puede consultarse en el Anexo IV.

1.2 Estado de la cuestión. La música y las estrellas: Un universo de conexiones fascinantes

Como se ha mencionado, la relación entre la música y el cosmos ha cautivado a la humanidad durante milenios. Desde las antiguas civilizaciones que observaban los cielos y escuchaban los ritmos cósmicos, hasta los artistas modernos que encuentran inspiración en la vastedad del espacio, la música y la astronomía se han entrelazado de diversas

⁶ Posición filosófica que prima el uso de la razón frente a otras instancias como la fe, la autoridad, lo irracional, la experiencia empírica etc.

⁷ Hasler, J. F. W. (2015) Contribuciones de Kepler a la continuidad y transformación de la tradición de la música de las esferas. *Per Musi. Belo Horizonte*, 32, 171-196, p. 176. DOI: 10.1590/permusi2015b3206

⁸ Godwin, J. (1982). The Revival of Speculative Music. *Musical Quarterly*, 67:3, pp. 373-389.

maneras. Trataremos de exponer someramente a continuación algunos de los principales aspectos en que se ha explorado esta esta fascinante conexión.

2.1.1. Mitos y leyendas

Las culturas de todo el mundo han tejido historias que unen la música a los astros. En la mitología griega, las Musas, diosas inspiradoras de las artes, se asociaban con las constelaciones. Los vikingos creían que las valquirias, guerreras celestiales, cantaban en el campo de batalla. En la tradición africana, la Vía Láctea se consideraba un camino celestial por el que viajaban las almas de los músicos.

2.1.2. Instrumentos cósmicos

Algunas culturas antiguas construyeron instrumentos musicales inspirados en los astros. Los incas, por ejemplo, tenían una flauta llamada “pinkuylllo” que imitaba el sonido del viento a través de las montañas, representando la armonía cósmica. En China, se utilizan campanas ceremoniales para imitar los sonidos celestiales.

2.1.3. Música celestial

Pitágoras y sus seguidores creían en la *MEE*, una armonía inaudible producida por el movimiento de los planetas y las estrellas. Esta idea inspiró a compositores como Johannes Kepler y Gustav Mahler a crear obras que reflejaban la belleza y el orden del cosmos.

2.1.4. Música espacial

En la era espacial, la música y las estrellas se han unido de nuevas maneras. Los astronautas han llevado consigo instrumentos musicales a la órbita terrestre, componiendo e interpretando piezas en el vacío del espacio. Los científicos han utilizado sonificaciones para traducir datos astronómicos en sonidos audibles, revelando la belleza oculta del universo. Permiten *escuchar* el universo, traduciendo las ondas electromagnéticas y las vibraciones cósmicas en sonidos audibles. Estas sonatas del espacio proporcionan información de incalculable valor acerca de la naturaleza del cosmos y nos ofrecen una nueva perspectiva de la llamada música universal.

2.1.5. Inspiración artística

Las estrellas y el cosmos han servido como fuente de inspiración para innumerables artistas musicales. Desde compositores clásicos como Beethoven hasta músicos modernos como Brian Eno, la inmensidad y el misterio del espacio han evocado

emociones profundas y creaciones sonoras únicas. Obras maestras como *Los planetas* de Gustav Holst y *Cosmos* de Witold Lutosławski capturan la esencia de los fenómenos celestes a través del lenguaje musical.

2.1.6. Experiencias inmersivas

Con la tecnología actual, podemos experimentar la música y las estrellas de maneras antes inimaginables. Conciertos con proyecciones visuales del cosmos, planetarios con música en vivo y experiencias de realidad virtual que combinan sonido e imágenes espaciales, la conexión entre estos dos ámbitos se vuelve cada vez más profunda e inmersiva. Numerosos festivales y eventos celebran la intersección de la música y las estrellas. El Wave Gotik Treffen en Leipzig y el Glastonbury Festival en Inglaterra incluyen actuaciones musicales en combinación con temas espaciales y cósmicos, creando atmósferas únicas que inspiran la imaginación.

2.1.7. Educación y divulgación

La música se utiliza cada vez más como herramienta educativa en la enseñanza de la astronomía y las ciencias espaciales dirigidas tanto a niños como adultos. Un ejemplo lo tenemos en series y programas divulgativos como *Cosmos* a cargo de National Geographic en el que se emplean melodías e instrumentaciones conectadas con conceptos complejos haciéndolos más didácticos, atractivos y accesibles.

1.3 Objetivos

Los objetivos del presente trabajo se plantean en tres fases. En primer lugar, ofrecer una revisión y exposición general, pero a la vez didáctica, de las teorías que han vinculado históricamente la música y la astronomía con especial hincapié en el modelo desarrollado por Johannes Kepler en su libro *De HM*. En segundo lugar, exponer un análisis histórico de la música de las estrellas a lo largo de diferentes épocas y con actores que a mi juicio fueron relevantes, aunque, debido al alcance del trabajo habremos de prescindir de un estudio minucioso de estos. En tercer lugar, aunque no menos importante, trataremos de implementar las propuestas de Kepler en la práctica instrumental del clarinete, con el objetivo fundamental de explorar las posibilidades que ofrece en el perfeccionamiento técnico del instrumento.

De modo más sistemático, los objetivos del presente trabajo se definen a continuación:

1. Exponer de manera sintética la historia de la *MEE* desde sus inicios hasta la contribución de Johannes Kepler.

2. Analizar en detalle la teoría de la *MEE* propuesta por Johannes Kepler, incluyendo la asignación de notas y escalas a cada cuerpo celeste.
3. Establecer una relación conceptual entre la teoría de la *MEE* de Kepler y la práctica instrumental del clarinete.
4. Diseñar siete ejercicios técnicos originales para clarinete siguiendo la propuesta de Kepler tanto en escalas y como en notas representativas de los planetas.
5. Orientar el diseño de los ejercicios técnicos al desarrollo de habilidades específicas necesarias en el nivel de sexto de estudios profesionales de acuerdo con la normativa educativa.
6. Evaluar el potencial de los ejercicios técnicos diseñados para mejorar la agilidad de los dedos en el clarinete, mejorar la afinación y la articulación.
7. Analizar la aplicabilidad pedagógica de la conexión entre la *MEE* y los ejercicios técnicos para la motivación y comprensión musical de los estudiantes.
8. Proponer una metodología para la implementación de los ejercicios técnicos en la preparación de estudiantes de sexto de enseñanzas profesionales para las pruebas de acceso al grado superior de música.

1.4 Metodología y estructura

A partir de los objetivos del presente trabajo se ha de comenzar por definir de la manera más comprensiva posible el objeto teórico que lo sustenta y para ello expondremos y analizaremos la teoría astronómico-musical del libro V, *HM*, de J. Kepler indagando en las aportaciones precedentes y posteriores al mismo. Esta primera parte tendrá por tanto un carácter teórico y descriptivo. La principal fuente de análisis de esta obra es la 1ª edición de 1619 de *HM X*. Para lo cual se ha examinado la digitalización⁹ del libro V, *Harmonia perfectissima motuum coelestium, ortuque ex iisdem Eccentricitatibus, Semidiametrorumque & Temporum periodicorum*, así como la traducción al castellano a partir del original latino a cargo de J. L. Arántegui Tamayo contenida en una compilación del celeberrimo físico Stephen Hawking.¹⁰ En cuanto a los datos biográficos de Kepler,

⁹ Kepler, Johannes (1619). *Harmonices Mundi*. Linz: sumptibus Godofredi Tampachii http://posner.library.cmu.edu/Posner/books/book.cgi?call=520_K38PI (Consultado el 10-8-2024).

¹⁰ En: Hawking, S. (2010) *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la física y la astronomía*. Editorial Crítica, pp. 561-642, José Luis Arántegui Tamayo (Trad.).

la principal fuente para su elaboración es la sección titulada *Johannes Kepler (1571-1630) Vida y obra* que podemos encontrar en la misma compilación de Hawking¹¹.

Partiendo de la definición de la fuente de estudio principal se realizaron búsquedas bibliográficas, iconográficas y de fuentes musicales en bases de datos académicas especializadas (Google Scholar, Dialnet, ERIC, Redalyc, Teseo, UnesDoc, LatIndex y Scielo). Con ello se redefinieron los términos de búsqueda y, a la vez, se acotaron los resultados a aquellas fuentes directamente relacionadas con el tema de estudio. Las informaciones recopiladas procedían de una amplia variedad de documentos: libros (tanto académicos como divulgativos), artículos publicados en revistas (con preferencia por las revisadas por pares) y tesis (en su mayoría de Doctorado). Aunque la parte teórica fundamental del texto aquí elaborado procede de libros con una antigüedad notable, lo cierto es que las fuentes secundarias empleadas – indispensables para una interpretación apta en nuestros tiempos – son bastante actuales, lo que viene a demostrar la actualidad y vigencia del tema.

Debido a la abundante literatura teórica acerca del tema, se seleccionaron algunas fuentes de consulta secundarias fundamentales que permitieran establecer una argumentación lógica y coherente. Fueron de especial interés las traducciones modernas de *HM* que utilizan un lenguaje más accesible y explican los conceptos matemáticos y filosóficos de manera más clara¹². Los comentarios y análisis especializados de *HM* también proporcionaron información acerca del contexto histórico, explicando los conceptos matemáticos y filosóficos, y ofreciendo diferentes interpretaciones de la obra¹³. La misma dinámica de revisión de la literatura científica se siguió en la elaboración de la parte de contextualización histórica de las teorías de la *MEE*.

La última parte del trabajo propone una implementación práctica: el diseño de una propuesta didáctica que debe llevar los conocimientos adquiridos durante la investigación a la realidad a fin de comprobar su pertinencia y utilidad.

¹¹ *Idem*,

¹² Kepler, J. (2009). *Harmonices mundi (The harmony of the world)*. Oxford University Press.

¹³ Shea, W. R., Gingerich, O. (2001). *Praying for planetary order: The emergence of Keplerian cosmology*. Springer.

1.5 Dificultades y facilidades

Obstáculos en la comprensión de Harmonices Mundi. Un viaje a través de los desafíos históricos y conceptuales

HM, representa un importante hito intelectual en la historia que vincula la astronomía y la música. Sin embargo, para el lector moderno, adentrarse en sus páginas puede resultar una tarea compleja. Diversos factores históricos, conceptuales y lingüísticos contribuyen a la dificultad para comprender plenamente la obra de Kepler.

Se gestó en una época en la que la cosmovisión predominante era el geocentrismo, con la Tierra en el centro del universo. Kepler, por el contrario, defendía el modelo heliocéntrico de Copérnico, una idea revolucionaria que desafiaba las creencias dogmáticas de la época:

“Para comprender *Harmonices Mundi*, es necesario contextualizarlo en la época en que se escribió, cuando el heliocentrismo era una idea controvertida.”¹⁴

El lenguaje utilizado por Kepler en es característico de su época, con un estilo latino complejo y repleto de referencias bíblicas y filosóficas. Esto puede dificultar la lectura y comprensión para el lector moderno, no familiarizado con estos aspectos.¹⁵

Las leyes del movimiento planetario de Kepler, expuestas en *HM*, se basan en complejos conceptos matemáticos y geométricos. Para comprenderlas plenamente, es necesario tener un conocimiento previo de matemáticas y física. En palabras de Gingerich y Donahue (2004, p. 16)

[...] la visión de Kepler del universo como una sinfonía celestial, donde las relaciones matemáticas entre los planetas y sus movimientos reflejan la armonía divina, puede resultar extraña o incluso desconcertante para el lector moderno con una perspectiva más secular o científica [...].¹⁶

Esto se debe fundamentalmente al momento histórico de su concepción. Debemos recordar que nos encontramos en una época en la que la religión es inseparable de cualquier otro conocimiento. Nuestra idea de la ciencia difiere mucho de la de su tiempo cuando la causa de todo lo existente, incluidos la música y el cosmos, debían tener una

¹⁴ Gingerich, O. y Donahue, W. H. (2004). *Johannes Kepler New Astronomy*. Cambridge University Press, p. 10.

¹⁵ Gingerich, O. y Donahue, W. H. (2004). *Johannes Kepler New Astronomy*. Cambridge University Press, p. 18.

¹⁶ Gingerich, O. y Donahue, W. H. (2004). *Johannes Kepler New Astronomy*. Cambridge University Press, p. 16.

explicación y un sentido, en última instancia, teológicos para ser aceptados o no recusados. Las leyes de la naturaleza, que hoy separamos de las razones divinas, discurrían por la misma senda.

En conclusión, *De Harmonices Mundi* de Johannes Kepler es una obra compleja y fascinante que ofrece una visión única del universo y la relación histórica entre ciencia, música y espiritualidad. Aunque su comprensión puede presentar un reto para el lector moderno, existen recursos disponibles para facilitar su estudio y apreciación. La obra de Kepler sigue siendo una fuente de inspiración para científicos, artistas y pensadores de diversas disciplinas, invitándonos a reflexionar sobre la belleza y el orden del cosmos.

Facilidades para la comprensión de la obra.

Además de la espléndida traducción de J. L. Arántegui Tamayo publicada en la obra mencionada, contamos con muchas otras fuentes que nos permiten comprender el contexto histórico en el cual Kepler vivió, para alcanzar un análisis de los diferentes actores y antecesores implicados, así como de su visión de la *MEE* en las distintas épocas, y sus influencias sobre el pensamiento de Kepler.

Para empezar, la teoría de la armonía de las esferas de los pitagóricos está documentada en numerosos textos antiguos ayudando a la comprensión de cómo esta teoría continuó ejerciendo una gran influencia en los pensadores y humanistas hasta el final del Renacimiento lo que explica, en gran medida, el resurgimiento de la especulación musical incluso en nuestra época.

Para facilitar la comprensión del lector acerca de varios aspectos imposibles de incluir en el cuerpo central del presente trabajo se han elaborado una serie de índices temáticos que permiten la consulta sin salir de la argumentación principal y que se consideran fundamentales para una comprensión completa del texto:

Anexo I. Recepción de *Harmonices Mundi*, expone el grado de aceptación y rechazo a la publicación de la obra de Kepler.

Anexo II. Ilustraciones adicionales. Se trata de algunas ilustraciones que pueden servir de apoyo visual a la comprensión de autores mencionados, pero no imprescindibles para la argumentación expuesta.

Anexo III. Breve reseña biográfica. Distingue los acontecimientos vitales de Johannes Kepler antes y después de la publicación de *Harmonices Mundi*.

Anexo IV. Una introducción histórica: desde la Antigüedad Clásica hasta el Renacimiento y Barroco. Relata los desarrollos de la teoría de la MEE a lo largo de la historia con hincapié en sus épocas doradas.

Anexo V. Relación del movimiento planetario con el sonido, aclara los aspectos científicos que reconoce la ciencia actual, su objetivo es contrastar las teorías expuestas por Kepler y otros autores defensores de la MEE con nuestro conocimiento objetivo en la actualidad.

Anexo VI. Breve Historia y antecedentes del Clarinete. Se trata de una recopilación de datos técnicos relativos al instrumento musical que es objeto de este estudio.

CAPÍTULO 2. LA MÚSICA DE LAS ESFERAS

2.2. El orden de los cielos

Aunque el epígrafe de “Pitagóricos” incluye a Platón, Ptolomeo y Nicómaco, entre ellos existen notables diferencias conceptuales y, sin embargo, comparten una serie de características comunes que conviene mencionar. En primer lugar, la altura de los sonidos musicales es un atributo mensurable cuantitativamente y expresado mediante números y, por ello, los intervalos musicales se representan mediante proporciones numéricas. La matemática, con su propio lenguaje, rige los principios del análisis armónico por lo que le considera una disciplina derivada. La teoría física define o, mejor dicho, redefine la conceptualización de los sonidos musicales percibidos que se relaciona directamente con cualidades del medio natural como el aire, el movimiento, la cuerda etcétera y es cuantificable en función de estas. Por último, el estudio de la armónica queda sujeto al estudio más general del universo y por ello persigue autenticar las mismas estructuras que rigen el cosmos.¹⁷ Esta manera de conceptualizar los fenómenos naturales explica en buena medida el surgimiento de la *noción* de *MEE* y su posterior desarrollo.

Se puede decir que es de Pitágoras (570-500 a.C.) del que nace el concepto de *MEE*. Este filósofo griego advirtió que los intervalos musicales consonantes es decir octava, quinta justa y cuarta justa se podían expresar por medio de proporciones¹⁸ matemáticas sencillas $2/1$, $3/2$, $4/3$... causando gran impacto entre los pitagóricos ya que nunca la percepción de la consonancia interválica fue expuesta por medio de una ley matemática simple. Llegado a este punto los pitagóricos formulan deducciones a la vibración de cuerdas apoyándose en fenómenos de la naturaleza que poseen una similitud formal. Basándose en lo expuesto se llega a la conclusión de que los movimientos de los planetas emiten sonidos y además, al considerarse el cosmos estable y eterno, el movimiento de los planetas se puede expresar mediante relaciones matemáticas inteligibles De esta manera los sonidos que emiten los planetas deben formar intervalos consonantes, como prueba

¹⁷ García Pérez, A. S. (2004) *El concepto de consonancia en la teoría musical. De la escuela pitagórica a la revolución científica*. Tesis y disertaciones académicas, Universidad de Salamanca. DOI: 10.14201/gredos.149934. <http://hdl.handle.net/10366/149934>.

¹⁸ Entendemos Razón como la comparación entre dos magnitudes que se expresa mediante un cociente o fracción (por ejemplo: $2:3$ o $2/3$) En cambio una proporción se define como la igualdad entre dos razones, de modo que el aumento o disminución de una de ellas afecta en el mismo sentido a la otra (proporcionalidad directa) o en sentido contrario (proporcionalidad inversa).

del carácter divino del cosmos, creando una *sinfonía cósmica*. Indicando que los sonidos que emitía cada órbita se combinaban con los sonidos de las restantes, se produce una sincronía sonora especial conocida como el nombre de *MEE*. Se trataba de un cosmos que integraba las siete notas musicales con los siete cuerpos celestes conocidos en la época: el Sol, la Luna y los cinco planetas visibles en esos tiempos (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno).

La afinación pitagórica se fundamentaba en los principales intervalos consonantes, a su vez coligados con las cuatro estaciones y con las distancias entre los astros que representaban comparando las longitudes de cuerdas en tensión¹⁹:

Unísono	Octava	Quinta	Cuarta
1/1	1/2	2/3	3/4

Para que tengan lugar todos los sonidos afinados (notas musicales) sólo se disponen de estos cuatro intervalos y sus combinaciones. Si se hace sonar una cuerda tensa de longitud L junto con otra que mida por ejemplo $\frac{1}{2} \times L$, $\frac{2}{3} \times L$ o $\frac{3}{4} \times L$, la sensación que nos daría sería agradable por tanto el intervalo sería consonante.

A partir de las cuatro posibilidades, ya se puede definir el *tono* como el intervalo que separa una cuarta de una quinta:

$$\frac{\frac{3}{4}}{\frac{2}{3}} = \frac{9}{8}$$

Utilizando el tono como unidad, se pueden expresar las distancias interplanetarias (F. Vera, 1937)²⁰:

DISTANCIA	TONO
MERCURIO – VENUS	$\frac{1}{2}$
VENUS – SOL	$1 + \frac{1}{2}$
TIERRA – LUNA	1
LUNA – MARTE	$\frac{1}{2}$
MARTE – JÚPITER	$\frac{1}{2}$
JÚPITER – SATURNO	$1 + \frac{1}{2}$

¹⁹ Robertson, A., Stevens, D. (1989) *Historia general de la música*, Madrid: Ediciones Istmo.

²⁰ Vera, F. (1937): *Historia de la Ciencia*. Editorial Iberia, Barcelona.

SATURNO – ZODIACO	$1 + \frac{1}{2}$
TOTAL	7

Filolao de Tarento²¹, discípulo de Pitágoras, desterró la Tierra como centro del universo y planteando que daba vueltas en una esfera alrededor de un fuego central (Sol) que estaba fijo. Según su modelo solo había nueve esferas, sin embargo, como para los pitagóricos el diez era el número que concentraba la mayor carga simbólica ya que la adición de los cuatro primeros números contenía el secreto de la escala musical – $(1 + 2 + 3 + 4 = 10)$ –Filolao creó un décimo al que denominó Anti-tierra.

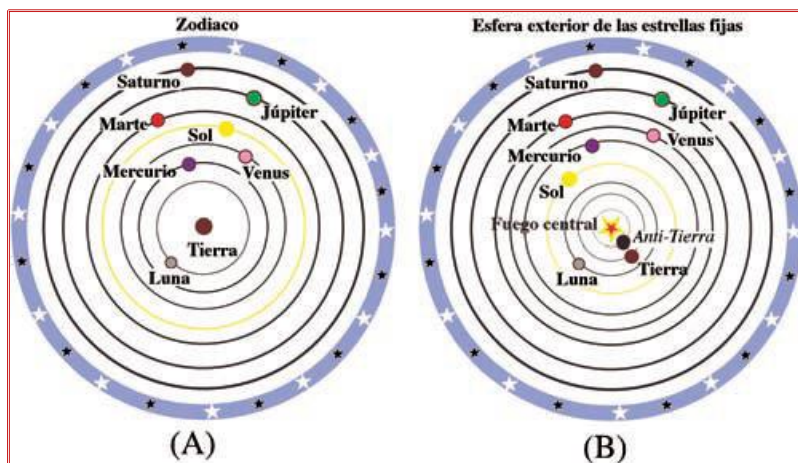


Ilustración 1. Esquemas del universo de los primeros pitagóricos (A) y de Filolao (B). Así y todo, los intervalos consonantes seguían siendo los mismos. Actualmente no se sabe cómo distribuía la suma de tonos.

Aristóteles²² en su obra *De Caelo*²³, refutó la idea de que los planetas produjeran sonidos audibles, pero defendió la noción de que el universo estaba ordenado y regido por principios matemáticos.

²¹ Filolao de Tarento o de Crotona ca años 470 a.C. – ca años 380 a.C.

²² (384 – 322 a.C.)

²³ *Sobre los cielos*, es una obra datada en el 350 a.C. en la que se define a los cuerpos celestes como los más perfectos y que las leyes que rigen su movimiento difieren de las de los cuerpos sublunares perecederos – los compuestos por los cuatro elementos clásicos. *De Caelo*. Libro II, capítulo 14. Defiende el orden matemático del universo en el Libro I, capítulos 9 y 10.

Confucio ²⁴ defendía la estructura numérica de la música y la incluía entre las seis artes nobles ²⁵. Su filosofía se fundamentaba en *Los Seis Libros Clásicos*²⁶ de los cuales, precisamente el Yüeh Ching (*Libro de la música*) desapareció en una quema de libros acaecida en siglo III a.C. En la época de Confucio, la música se basaba en las ideas del matemático y filósofo Ling-Lun ²⁷.

A partir de este momento la *MEE* se convierte en una idea común en el pensamiento de los filósofos más relevantes. Así, Patón ²⁸ lo trata en profundidad en su hipotético dialogo entre Timeo y Aristóteles ²⁹. En la que está considerada como su obra más influyente, *Republica* ³⁰, Platón afirma que cada planeta emite una nota, dependiendo de la velocidad y del tamaño de su órbita.

El más relevante difusor de la teoría musical clásica a la cultura occidental en aspectos como la formación de escalas y notación, Severino Boecio ³¹, bautizaría la *MEE* como música *mundana* al establecer su división entre esta, la música *instrumental* y la *humana*³². Para este autor la música *mundana* busca las relaciones de orden absoluto y eterno y por ello goza de la más alta posición en la jerarquía ontológica³³ lo que le confiere un elevado valor tanto como disciplina y conocimiento. Afirma también que las músicas

²⁴ (551 – 479 a.C.)

²⁵ Las consideradas artes nobles eran: los ritos (o cortesía), la música, la escritura (o caligrafía), la conducción de carros de guerra (o equitación), la matemática y el tiro con arco.

²⁶ La compilación *Los seis Clásicos* consta de: Yüeh Ching (Libro de la música) I Ching (Libro de las mutaciones); Shih Ching (Libro de las odas); Shu Ching (Libro de la historia); Li Chi (Libro de los ritos); Ch'ün-Ch'ü (Anales de primavera y otoño).

²⁷ Estableció como base de la música china un sistema pentatónico o pentafonal logrado a través del corte de una caña de bambú hueca. Se dice que al principio tenía una longitud de 1 pie, luego se cortaba sucesivamente en una proporción de 2/3 de su longitud original; es decir, la caña iba perdiendo cada vez un tercio de su longitud original. Continuando con el proceso se obtenían cinco notas que distaban una quinta entre sí: Fa#, Do#, Sol#, Re# y La#, que, ordenadas, daban lugar a la escala pentatónica o Ling Lun (idéntico al pitagórico). Si pensamos en los intervalos pitagóricos con frecuencias en lugar de con las longitudes de cuerdas, estos se traducen en las razones $\frac{1}{1}$, $\frac{2}{1}$, $\frac{3}{2}$ y $\frac{4}{3}$. Combinarlos las veces que se quiera no es otra cosa que poder dividir o multiplicar por 3 y por 2 una frecuencia dada tantas veces como se desee, y esto es precisamente lo que permite el sistema de Ling-Lun (si se quieren obtener más de cinco notas).

²⁸ (427-348 a.C.)

²⁹ *Timeo* fechado en el año 360 a.C. El contenido de esta obra profundiza con especial interés en torno a tres problemas, cosmogónico (sobre el origen del universo), físico (sobre la estructura de la materia) y antropológico (sobre la naturaleza humana).

³⁰ Elaborado como el anterior en forma de diálogo, tiene como protagonista a Sócrates junto a otros personajes, como los discípulos o parientes de este. Está compuesta por diez libros, aunque su división no corresponde a temas estrictamente definidos.

³¹ (Roma, 480 – Pavía, 524)

³² *La música de las Esferas: Textos de Cicerón, Macrobio, Favonio*. L. Pégolo y J. Cardigni. (Eds.). Buenos Aires: Secretaría de Cultura de la Nación, Colección “La Biblioteca de Música”, 2006, p. 13.

³³ La distribución jerárquica de entidades ontológicas establece que algunos entes existen a un nivel más fundamental que otros y por esto otras son dependientes de ellas en oposición a las ontologías planas que no establecen estas distinciones ni interdependencias entre entidades.

humana e instrumental son meros reflejos sublunares de carácter sensorial.

Otros autores, especialmente a partir del ascenso del cristianismo como religión oficial del estado a la caída del imperio romano, asocian a los astros y toda la cosmología conocida entonces una interpretación marcadamente teológica de la música como matemática, entre ellos destacará Casiodoro³⁴.

Hoy sabemos que realmente, los planetas no emiten música en el sentido tradicional como lo conocemos. La idea de la “música de las esferas” se basaba en la relación matemática entre las distancias de los planetas al Sol y sus períodos orbitales.

Durante el Renacimiento, se produce un declive de la idea de la *MEE*, imponiéndose la experimentación y se destierra todo aquello que no tiene una base empírica.

La contribución científica más trascendental al tema se debe a Johannes Kepler³⁵. Sin embargo, su tratado, presenta al menos, dos réplicas: las órbitas no son esferas y los cálculos, que le sirvieron para reafirmarse en sus recónditas creencias religiosas, contemplaban seis planetas. En su obra *HM*³⁶, Kepler estableció que cada planeta debería emitir un sonido cuya altura dependía de la velocidad, siendo más agudo cuando su movimiento fuese más rápido, y variaba dentro de un intervalo musical bien definido y propio de cada planeta³⁷. Un siglo y medio después de la muerte de Kepler se descubre Urano, y a mediados del siglo XIX aparece Neptuno. Si se tienen en cuenta estos inconvenientes, en la actualidad ¿tendría sentido seguir hablando de la *MEE* desde un punto de vista matemático-musical?

La profunda religiosidad de Kepler, no le permitía aceptar que Dios no hubiera dispuesto que los planetas describieran figuras geométricas simples y con esta idea se dedicó a tantearlas con toda suerte de combinaciones de círculos.

Tras la imposibilidad de obtener soluciones satisfactorias empleando círculos, lo intentó con óvalos, y, al no obtener los resultados esperados, utilizó elipses. Con este último recurso afirmó que las órbitas de los planetas describen una elipse alrededor del Sol y que éste se encuentra en uno de los focos de la elipse³⁸.

³⁴ Magnus Aurelius Cassiodorus Senator (Squillace, Catanzaro, ca. 485 – Squillace, 580)

³⁵ (1571 –1630)

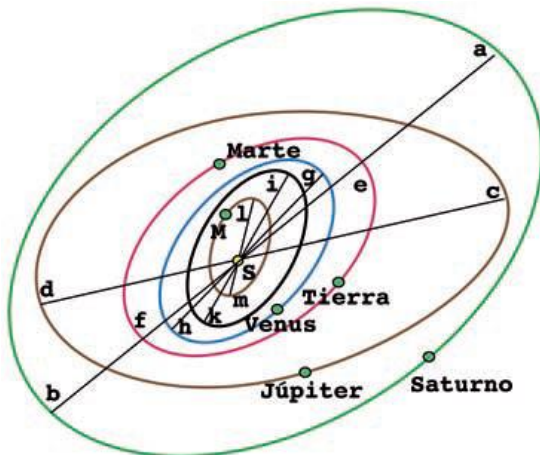
³⁶ (1619)

³⁷ A pesar de su neopitagorismo, Kepler es consciente de la imposibilidad de percibir la música de las esferas: “*Iam soni in coelo nulli existunt, nec tam turbulentus est motus, ut ex attritu aerae coelestis eliciatur stridor*”.

³⁸ *Astronomia Nova* (1609)

A partir de estos experimentos formula su trilogía de Leyes:

- 1) Cada planeta describe, en sentido directo, una órbita elíptica, uno de cuyos focos está ocupado por el Sol.
- 2) El área descrita por el radio vector que une el centro de un planeta con el centro del Sol es proporcional al tiempo empleado en barrerla.
- 3) Los cuadrados de los tiempos de las revoluciones siderales de los planetas son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de sus órbitas.



- a. *Intervalo convergente*: relación entre la velocidad en el afelio del planeta más alejado y la del perihelio del más cercano.
- b. *Intervalo divergente*: relación entre la velocidad en el perihelio del planeta más alejado y la del afelio del más cercano.

Ilustración 2. Sistema Solar de Kepler. Las letras a, c, e, g, i, indican la distancia más grande de cada planeta al Sol, (afelios) y las restantes letras las distancias más pequeñas (perihelios). Comparó las velocidades en el afelio y el perihelio de un planeta con

Utilizando los cálculos de las velocidades angulares obtuvo los siguientes intervalos para los planetas, considerando que entre ellos regía una armonía, calculando también los intervalos:

Planeta	Velocidad angular	Armonía	Intervalo
Saturno	Afelio 1° 46' a	$\frac{1' 48''}{2' 15''} = \frac{4}{5}$	→ Tercera mayor
	Perihelio 2° 15' b		
Júpiter	Afelio 4° 30' c	$\frac{4' 35''}{5' 30''} = \frac{5}{6}$	→ Tercera menor
	Perihelio 5° 30' d		
Marte	Afelio 26° 14' e	$\frac{25' 21''}{38' 1''} = \frac{2}{3}$	→ Quinta
	Perihelio 38° 1' f		
Tierra	Afelio 57° 3' g	$\frac{57' 28''}{61' 18''} = \frac{15}{16}$	→ Semitono
	Perihelio 61° 18' h		
Venus	Afelio 94° 50' i	$\frac{94' 50''}{98' 47''} = \frac{24}{25}$	→ Diesis
	Perihelio 97° 37' k		
Mercurio	Afelio 164° 0' l	$\frac{164' 0''}{394' 0''} = \frac{5}{12}$	→ Octavas+3ª menor
	Perihelio 384° 0' m		

Planetas	Conv.	Diver.
Saturno-Júpiter	$\frac{a}{d} = \frac{1}{3}$	$\frac{b}{c} = \frac{1}{2}$
Júpiter-Marte	$\frac{c}{f} = \frac{1}{8}$	$\frac{d}{e} = \frac{3}{5}$
Marte-Tierra	$\frac{e}{h} = \frac{5}{12}$	$\frac{f}{g} = \frac{2}{3}$
Tierra-Venus	$\frac{g}{k} = \frac{3}{5}$	$\frac{h}{i} = \frac{5}{8}$
Venus-Mercurio	$\frac{i}{m} = \frac{1}{4}$	$\frac{k}{l} = \frac{3}{5}$

Cada planeta emite una nota, que depende de la velocidad y del tamaño de su órbita, y que éste armoniza con los tonos de los demás planetas.

Asignó una melodía a cada planeta y a la Luna obteniendo:

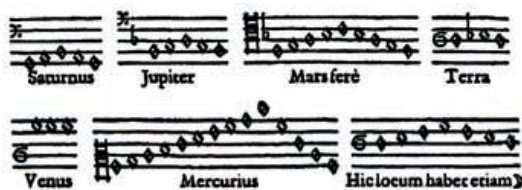


Ilustración 3. Kepler en HM (1619)

El mismo Kepler indica que esta música no es audible, está fuera del alcance de los

sentidos humanos y es una música solamente comprendida por la razón.

Sin embargo, los planetas como otros objetos celestes emiten diferentes tipos de radiación, que pueden ser transformadas en sonido a través de técnicas de sonificación. La rotación de planetas, la vibración de estrellas e incluso el movimiento de las galaxias crean un concierto cósmico que, sin embargo, *inaudible* para nuestros oídos, repercute en las matemáticas y la física del cosmos.

En un desarrollo posterior de la teoría, Rudolf Haase³⁹, extiende el estudio de Kepler al resto de los planetas incorporando a Plutón. Con ello comprueba que los intervalos de la *Justa Entonación*⁴⁰ continúan siendo válidos según señala Godwin (2009):

“que todas las proporciones que aparecen al relacionar las velocidades angulares de los planetas se corresponden de forma muy aproximada con intervalos musicales que aparecen en la *Justa Entonación*, parece más que una pura casualidad”⁴¹

Además de estas aportaciones, Haase se convertirá en el principal inspirador de la armonía como tema multidisciplinar, fundamentalmente en conjunción con la matemática y la astronomía, y relacionando dicho fenómeno con la serie armónica.⁴²



Fragmento de la partitura de *Esferas. Kepler en el siglo XXI* creada en 2006 por J. Ibáñez Barrachina a partir de los cálculos de Kepler.

Ilustración 4. Métodos exactos y heurísticos de afinación. Aplicación a la trompeta, Ibáñez Barrachina, J. (2008) UPV.

³⁹ (1920 – 2013)

⁴⁰ En la *justa entonación*, cada intervalo entre dos tonos corresponde a una razón de números enteros entre sus frecuencias, lo que permite intervalos que varían desde la consonancia más alta hasta la más disonante.

⁴¹ Godwin, J. (2009) *Armonía de las esferas*. Girona: Ediciones Atalanta, S.L.

⁴² Algunas muestras se pueden encontrar en <https://ruivaldivia.net/2012/07/10/la-musica-de-las-esferas/>.
<https://culturacientifica.com/2014/10/03/la-musica-de-las-esferas/>. Como suenan los planetas:
<https://www.youtube.com/watch?v=mdw4tdCU7Z8>. ver los videos:
<https://rincoanda.blogspot.com/2018/11/la-musica-de-las-esferas.html>.
<https://naukas.com/2015/11/02/ldonda-la-musica-las-esferas/>

2.3. Intervalos y Armonía de las Esferas

Dentro del concepto pitagórico de la *MEE*, el intervalo formado por la tierra y las esferas fijas estaba considerado como un diapason, es decir, el intervalo armónico más perfecto. El siguiente arreglo es generalmente el más aceptado para los intervalos musicales de los planetas entre la tierra y las esferas de las estrellas fijas: Desde la esfera de la tierra a la esfera de la luna, un tono; desde la esfera de la luna a la de Mercurio, medio tono; desde la de Mercurio a la de Venus, medio tono; desde la de Venus al Sol, un tono y medio; desde la del Sol a Marte, un tono; desde la de Marte a Júpiter, medio tono; desde la de Júpiter a Saturno, medio tono, desde la de Saturno a las estrellas fijas, medio tono. La suma de estos intervalos es igual a los seis tonos enteros de una octava.

2.4. Quadrivium

La expresión medieval quadrivium que significa «cuatro vías» se aplica al segundo ciclo de las siete artes liberales, surgidas a partir del S. VI con la paulatina desaparición de las antiguas escuelas clásicas. Estas siete artes se estudiaron desde la Antigüedad hasta el Renacimiento con objeto de comprender la naturaleza de la realidad.

De modo sintético podemos decir que establece el número, el espacio y el tiempo como fundamentos del universo. Las materias del quadrivium engloban conocimientos tanto de aritmética como de la geometría (*angulus*), astronomía (*astra*) y la música (*tonus*); su conocimiento era un requisito para formar parte del clero. Su primera sistematización se debe a las *Instituciones*, obra de carácter enciclopédico, firmada por el abad Casiodoro⁴³, discípulo de Boecio. El Quadrivium ha resultado ser uno de los pilares de los sistemas de enseñanza y científicos lo largo de toda la historia y es relevante para nuestro discurso porque la obra citada no solo establece el valor ético y religioso de la música sino además su conceptualización como disciplina intelectual. La enumeración de siete artes liberales ya aparece en una obra del escritor latino Marciano Capella *Satyricon o De Nuptiis Philologiae et Mercurii et de septem Artibus liberalibus libri novem*, escrito entre 410 y 429⁴⁴.

⁴³ ca. 480 Squillace, ca. 575. En su obra divide las artes liberales en *trivium* y *quadrivium*. Además, se le atribuye inculcar entre los monjes la costumbre del trabajo intelectual, la copia de manuscritos antiguos, la traducción de obras del griego y la compilación de escritos.

⁴⁴ Martiani Minei Felicis Capellae (1599). *Satyricon in quo de nuptiis Philologiae & Mercurii libri duo, & de septem artibus liberalibus libri singulares, omnes & emendati et notis, siue februis Hug. Grotii illustrati*. Lugduni Bataurum: ex officina Plantiniana: apud Christophorum Raphelengium.

2.5. Harmonices Mundi: el último tratado sobre un antiguo problema

HM presenta las célebres leyes del movimiento planetario de Kepler, las cuales describen las órbitas elípticas de los planetas, su velocidad variable y la relación entre sus periodos orbitales y sus distancias al Sol. Estas leyes sentaron las bases para la mecánica celeste moderna y tuvieron un impacto profundo en la comprensión del movimiento planetario.⁴⁵ Sus enunciados se presentan del siguiente modo:

- (a) Los planetas se mueven en órbitas elípticas, con el Sol en uno de los focos de la elipse.⁴⁶
- (b) El área barrida por el vector que une el Sol a un planeta en un intervalo de tiempo dado es constante.⁴⁷
- (c) El cubo del período orbital de un planeta es proporcional al cubo del semieje mayor de su órbita.⁴⁸

Para un análisis más exhaustivo de la recepción de la obra el lector puede consultar el [Anexo I](#) que contiene datos fundamentales, pero de una extensión que desborda el cuerpo del presente trabajo. Para una reseña biográfica más completa del autor, especialmente relativa a su producción científica véase el [Anexo III](#).

Armonía musical

Kepler establece una analogía fascinante entre las relaciones matemáticas de las órbitas planetarias y las proporciones musicales. Afirma que el universo está regido por principios ~~análogos~~ donde las proporciones geométricas y los intervalos musicales comparten una profunda conexión. Esta idea inspiró a compositores como Johann Sebastián Bach a incorporar principios matemáticos y astronómicos en sus obras musicales.⁴⁹

Ilustración 5. *Harmonices Mundi*. Índice.



⁴⁵ Kepler, J. (2009). *Harmonices mundi (The harmony of the world)*. Oxford University Press, pp. 34-51.

⁴⁶ *Idem*, p. 34.

⁴⁷ *Idem*, p. 40.

⁴⁸ *Idem*, p. 51.

⁴⁹ *Idem*, pp. 52-68.

[...] Las proporciones matemáticas que gobiernan las órbitas planetarias son las mismas que las proporciones musicales que crean armonía en la música.⁵⁰ [...] El universo es una sinfonía cósmica, donde cada movimiento planetario y cada sonido musical resuena con la armonía divina.⁵¹

Fundamentos de la astronomía moderna

Las leyes de Kepler, expuestas en *HM* también sentaron las bases para la astronomía moderna. Su descripción precisa del movimiento planetario, con órbitas elípticas y velocidades variables, desafió las nociones previas y allanó el camino para la teoría de Isaac Newton sobre la gravedad universal.⁵² Gingerich y Donahue (2004) nos recuerdan que: “Las leyes de Kepler fueron una revolución en la astronomía, proporcionando una descripción precisa del movimiento planetario que desafió las ideas dominantes de la época.”⁵³

Inspiración musical

Como se ha mencionado, las ideas de Kepler sobre la armonía cósmica y la relación entre las matemáticas y la música resonaron profundamente en compositores como Johann Sebastian Bach. La obra de Bach, impregnada de simbolismo matemático y astronómico, refleja la profunda conexión que él percibía entre la música y el universo.⁵⁴ Levey nos recuerda esta influencia de manera inequívoca: “La música de Bach está imbuida de las ideas de Kepler, creando una experiencia musical única que refleja la armonía del cosmos.”⁵⁵

Visión filosófica y espiritual

Los arraigados sentimientos religiosos de Kepler se respiran en cada sección del tratado, no únicamente centrado en describir los movimientos planetarios sino también en reconocer el universo como obra de la divinidad. Al fin y al cabo, como obra de Dios, la matemática y la música solo eran medios o lenguajes para transmitir una gran sinfonía divina: el Cosmos. Más explícitamente lo exponen Shea y Gingerich (2001, p. 21) cuando afirman que: “Kepler no solo era un científico, sino también un visionario que veía el

⁵⁰ *Idem*, p. 52.

⁵¹ *Idem*, p. 68.

⁵² Gingerich, O. y Donahue, W. H. (2004). *Johannes Kepler New Astronomy*. Cambridge University Press, p. 15.

⁵³ Gingerich, O. y Donahue, W. H. (2004). *Johannes Kepler New Astronomy*. Cambridge University Press, p. 15.

⁵⁴ Levey, F. (1983). *Bach: The complete works*. Oxford University Press, pp. 145-151.

⁵⁵ *Idem*, p. 152.

universo como una manifestación de la armonía y el orden divinos.”⁵⁶

2.6. Cinco escalas para cinco mundos.

Kepler intentó explicar las distancias entre los planetas conocidos (Mercurio, Venus, Tierra, Marte y Júpiter) mediante la inserción de los cinco sólidos platónicos (cubo, tetraedro, dodecaedro, icosaedro y octaedro) dentro de esferas imaginarias. Los sólidos platónicos se inscribían y circunscribían en estas esferas determinando las distancias relativas entre los planetas. Cada sólido platónico se asociaba a un intervalo entre las órbitas planetarias, creando una estructura jerárquica y armoniosa. Esta propuesta se detalla en su obra *Mysterium Cosmographicum*⁵⁷ estableciendo estas premisas:

- (a) Cada sólido platónico representa una “escala” o intervalo entre las órbitas planetarias.
- (b) La secuencia de los sólidos platónicos determina las distancias relativas entre los planetas.
- (c) Esta estructura geométrica es una manifestación del plan divino del universo.

Emplea la terminología los *cinco mundos* para referirse a los cinco planetas conocidos en ese momento y, cada planeta ocupaba una esfera imaginaria dentro de la cual se insertan los sólidos platónicos.

⁵⁶ Shea, W. R., Gingerich, O. (2001). *Praying for planetary order: The emergence of Keplerian cosmology*. Springer, p. 21.

⁵⁷ Kepler, J. (1596) *Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum...* Tubinga: excudebat Georgius Gruppenbachius, 1596

La propuesta de Kepler buscaba establecer una relación matemática y geométrica entre estos mundos. Sus “Cinco escalas para cinco mundos” fue un intento ambicioso de encontrar un orden geométrico y matemático en el cosmos. Aunque no fue precisa en sus detalles, su búsqueda de armonías y enfoque matemático sentaron las bases para descubrimientos posteriores y supuso un antecedente reconocido para la revolución

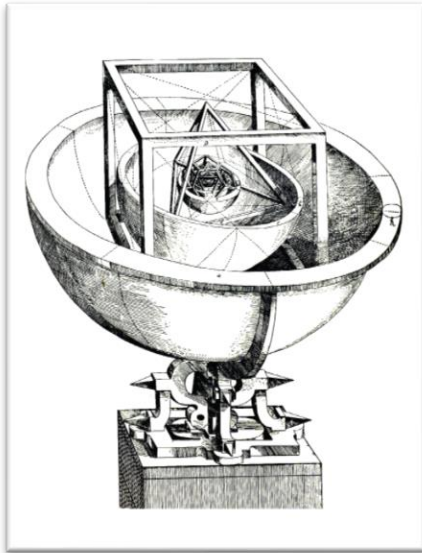


Ilustración 6. Modelo presentado por Kepler en *Mysterium Cosmographicum* (1596). Saturno – Cubo, Júpiter – Tetraedro, Marte – Dodecaedro, Tierra – Icosaedro, Venus – Octaedro. Abajo: HM, Libro V, p. 198.

Harmonia binorum		diurni		Harmonia singularum propria	
Dist.	Conc.	Prim.	Sec.	Prim.	Sec.
a 7	b 1	♄ Aphelius 1.46. a.	Inter 1.48	4	Tertia major.
		Perihelius 2.35. b.	& 2.15.	5	
d 3	c 2	♃ Aphelius 4.30. c.	Inter 4.35.	5	Tertia mi-
c 8	d 1	Perihelius 5.30. d.	& 5.30.	6	nor.
f 1	e 5	♃ Aphelius 26.14. e.	Inter 25.27.	2	Diapense.
e 5	f 2	Perihelius 31.81. f.	& 38.1.	3	
h 12	g 3	Tel. Aphelius 57.3. g.	Inter 57.28.	15	Semitonii
g 3	h 5	Perihelius 61.18. h.	& 61.18.	16	
k 5	i 8	♃ Aphelius 94.50. i.	Inter 94.50.	24	Diefis
i 1	k 3	Perihelius 97.37. k.	& 98.47.	25	
m 4	l 5	♃ Aphelius 164.0. l.	Inter 164. 0.	5	Diapason.
		Perihelius 384.0. m.	& 394. 0.		cum tertia minore

científica posterior.

2.6.1. El Quinto libro “De Harmonices Mundi”.

Aquí, Kepler, llega a un modelo que explora la relación entre música, geometría y movimiento de los planetas, siguiendo su búsqueda de una armonía universal que subyace, o se oculta, en el Cosmos. Cada planeta, según su velocidad orbital, debía generar una nota diferente, y el conjunto de estos sonidos crearía una sinfonía cósmica. Es decir, la concepción orbital elíptica implica que cada planeta no emitirá una sola altura, sino que cubrirá una gama de alturas. La nota más grave corresponde al punto más alejado de la órbita al Sol en la que el planeta se mueve de una manera más lenta, y la nota más aguda se corresponderá al punto más cercano de su órbita coincidiendo con que el planeta se mueve de una manera más rápida. Kepler imaginaba al sistema solar como un gran coro celestial, donde cada planeta puede ser entendido como un instrumento musical.

Saturno y Júpiter serían los bajos, Marte el tenor, la Tierra y Venus los contraltos, y Mercurio el soprano.

Debido a que todas las elípticas orbitales de los planetas no son idénticas – es decir unas se desvían más del círculo concéntrico que otras respecto al Sol – y los planetas las recorren a velocidades diferentes se concebirá un concierto de más complejidad contrapuntística que si fuesen orbitas circulares. Mediante esta asociación Kepler apunta a un nivel de complejidad polifónica mayor y es aquí donde concibe el Cosmos como un motete polifónico semejante a la música vocal de su época.⁵⁸

Aunque la idea de la *MEE* pueda parecer hoy en día más poética que científica, el Quinto Libro de *De Harmonices Mundi* contiene un descubrimiento fundamental: la Tercera Ley del Movimiento Planetario. Esta ley establece una relación matemática precisa entre el período orbital de un planeta y la distancia media al Sol. Es una de las piedras angulares de la astronomía moderna y fue crucial para el desarrollo de la ley de la gravitación universal de I. Newton.

2.6.2. Capítulo cuarto: “En qué cosas tocantes al movimiento de los planetas háyanse expresadas por el Creador las proporciones armónicas y de qué modo”.

El título del epígrafe hace referencia al concepto expresado por Kepler sobre *El Creador* quien, en su visión, había expresado las proporciones armónicas en el movimiento de los planetas a través de las relaciones matemáticas entre las distancias planetarias y los intervalos musicales. Con esta justificación, establece una base metafísica para ese sistema y una analogía entre las velocidades de los



Ilustración 7. Gama completa de alturas que cada planeta produce según el lugar donde se encuentre su órbita.

	Diej		Ergo diurni medij		
	Diebus	scrupulj	Min.	Sec.	Tert.
Saturnus	3769.	12.	2.	0.	27.
Jupiter	4332.	37.	4.	59.	8.
Mars	686.	59.	31.	26.	31.
Tell ^r cū Luna	365.	15.	59.	8.	11.
Venus	224.	42.	96.	7.	39.
Mercurius	87.	58.	245.	32.	25.

Ilustración 8. Tabla original aparecida en HM, Liber V, p. 193.

⁵⁸ Kepler (1940) *De Harmonices Mundi*, 209.

planetas y la música polifónica. Las dos primeras magnitudes que tiene en cuenta son los tiempos periódicos de los planetas⁵⁹, y los ángulos medios que recorre diariamente cada uno⁶⁰. Así, afirma que los planetas con mayor excentricidad, los que deben tener una mayor variación en su velocidad producen más notas. Por ejemplo, expone que las velocidades máxima y mínima de la Tierra están en una proporción de 16 a 15 y, por tanto, varía en un semitono, lo que se traduce en que nuestro planeta *canta* las notas Mi-Fa-Mi.

Pero, para nuestra elaboración, es imprescindible entender como están expresadas en las proporciones de los movimientos planetarios las notas de la escala musical, o lugares del sistema, y los modos de la armonía, mayor y menor lo que nos proponemos en los siguientes apartados.

2.6.3. La Correspondencia entre Movimientos Planetarios y Música.

Proporciones y Notas: Kepler relacionó las distancias entre los planetas con las proporciones numéricas que definen los intervalos musicales. Por ejemplo, una proporción de 2:1 correspondía a una octava, mientras que una proporción de 3:2 representaba una quinta. De esta manera, cada planeta podía asociarse a una nota específica dentro de una escala musical.

Modos y Armonía: Los modos mayor y menor, que son las bases de la armonía occidental, también encontraron un reflejo en el cosmos según Kepler. La disposición de los planetas y sus movimientos generaban una armonía cósmica que podía ser expresada en términos de estos modos.

Kepler asignó a cada planeta una nota musical específica, basándose en las proporciones numéricas de sus órbitas. Aunque estas asignaciones son en gran medida subjetivas y han variado a lo largo de la historia, podemos presentar un ejemplo general:

- **Mercurio:** Debido a su proximidad al Sol y su rápida órbita, a menudo se le asociaba con notas altas, agudas y rápidas, como el Mi o un Fa agudos.

⁵⁹ Tiempo que emplea un planeta en dar una vuelta entera al Sol.

⁶⁰ Es decir, cuando se divide 360 grados de una revolución completa entre los días que se tarda en recorrerla.

- **Venus:** Conocido como el “lucero del alba” y el “lucero vespertino”, se le vinculaba con notas brillantes y melodiosas, similares a mercurio, pero ligeramente más graves, como el Mi o el Fa.
- **Tierra:** Kepler calculó que la Tierra, en su movimiento alrededor del Sol, producía una secuencia de notas Mi-Fa-Mi. Esto se debía a las pequeñas variaciones en su velocidad orbital a lo largo del año.
- **Marte:** Asociado con la guerra y la pasión, se le asignaban notas más enérgicas y vibrantes, como el Sol o el Mi.
- **Júpiter:** Como el planeta más grande, se le vinculaba con notas profundas, graves y majestuosas, como el Do o el Fa o incluso un Si bajo.
- **Saturno:** Al ser el planeta más lejano conocido en la época de Kepler, se le asociaban notas bajas, graves y solemnes, como el La, Do o el Si muy bajo.
- **Luna:** Al ser un satélite de la Tierra, su nota podría estar relacionada con la de nuestro planeta, formando una especie de dúo celestial.
- **Sol:** Como el centro de todo el sistema, el Sol podría considerarse la nota fundamental, la base sobre la cual se construyen todas las demás.

Kepler en su tratado contemplaba que esta atribución no fuera única: [...] Ahora, queda abierto a cualquier músico llegar a sus propias conclusiones sobre qué modo se expresa mejor para cada planeta, una vez que los extremos han sido asignados para él [...] ⁶¹

Pero ¿Por qué no hay una asignación única y definitiva? Debido tres aspectos fundamentales, a saber: (a) La variedad de métodos empleados para asignar las notas, lo que llevaba a resultados ligeramente distintos en cada ocasión; (b) en la época de Kepler, la precisión de las mediciones astronómicas era limitada, lo que introducía cierta incertidumbre en los cálculos y, (c) La naturaleza metafórica de la *MEE* y no hay una correspondencia exacta entre las notas musicales y los movimientos planetarios.

2.6.4. Expresión de los tonos o modos musicales en los movimientos planetarios.

En la música occidental, los tonos se refieren a las notas individuales, mientras que los modos son escalas que tienen un carácter particular - mayor, menor, dórico... Cada modo tiene una estructura específica de intervalos que le da su sonido distintivo. En cuanto a

⁶¹ “Liberúm autem erit Harmonistae, sententiam depromere suam: quem quisque planeta Modum exprimat propiùs, extremis hît ipsi assignatis.”, Kepler (1940) *De Harmonices Mundi*, 207.

los movimientos planetarios, los planetas en nuestro sistema solar se mueven en órbitas elípticas alrededor del sol. Cada planeta tiene un período orbital diferente, lo que significa que completa una vuelta alrededor del sol en diferentes espacios de tiempo.

Así, algunos teóricos han intentado establecer correspondencias entre Tonos – o modos musicales – y Planetas basándose en sus períodos orbitales. Según los modelos que consultemos, por ejemplo, Mercurio podría asociarse con un tono agudo o un modo mayor debido a su rápida órbita; Venus, siendo más lento que Mercurio, pero aún rápido, podría relacionarse con un tono más suave o un modo lírico; la Tierra podría ser representada por un tono estable o un modo equilibrado como el mayor; Marte, con su movimiento más *errático*, podría asociarse con un tono más disonante o un modo menor.

Conforme a una interpretación moderna o actual, algunos compositores y músicos han explorado estas ideas al crear obras que intentan representar musicalmente los movimientos planetarios, utilizando escalas y ritmos que reflejan las características orbitales de cada planeta.

En cambio Kepler utiliza un método bastante complejo que involucraba: (a) el cálculo de las velocidades orbitales que determinaba la velocidad angular de cada planeta en su órbita alrededor del Sol; (b) la relación con las frecuencias musicales asumiendo que esta velocidad angular correspondía a una frecuencia musical; (c) asignación de notas mediante la comparación de estas frecuencias con las frecuencias de las notas musicales de una escala lo que permitía asignar a cada planeta la nota más cercana y (d) la aplicación de una *Geometría musical*, relacionando las órbitas planetarias con los sólidos platónicos, buscando una correspondencia entre las formas geométricas y las proporciones musicales.

Justificación de contrapuntos o armonías universales únicas a cada planeta.

Nos referimos aquí a las armonías polifónicas, es decir a las que se producen entre diferentes planetas Si bien no podemos hablar de contrapuntos y armonías universales en un sentido literal, podemos interpretar la idea de Kepler como una metáfora que nos invita a reflexionar sobre la belleza y el orden del universo.

Por sus escritos deducimos, por ejemplo, que Mercurio – debido a su velocidad y proximidad al Sol – representa un instrumento cósmico que tocaba una nota de alta

frecuencia y de ritmo rápido (acelerado) en la sinfonía celestial. Sin embargo, Venus, conocido como el “lucero del alba” y la “estrella vespertina”, se asociaba con notas de una tonalidad más suave y armoniosa. La Tierra, por su posición intermedia y ser el hogar de la humanidad, se asociaba con una nota de resonancia intermedia, creando un contrapunto que unificaba los planetas interiores y exteriores. Marte, por su color característico y órbita más excéntrica, se asociaba con nota de tono más grave y un ritmo ligeramente irregular, creando un contrapunto que añadía complejidad a la sinfonía celestial. Por su parte, Júpiter, debido a su tamaño y lenta órbita, se asociaba con una nota de baja frecuencia y un ritmo majestuoso, creando un contrapunto que proporcionaba la base más profunda de la sinfonía celestial.

Siguiendo con esta argumentación, Saturno, por su gran distancia al Sol y su lenta órbita, se asociaba con una nota de frecuencia extremadamente baja y un ritmo también majestuoso, creando el contrapunto más grave y profundo de toda la sinfonía celestial. Dada la proximidad de la *Luna* a la Tierra y su movimiento relativamente lento en comparación con los planetas, Kepler podría haber asociado a nuestro satélite con una nota musical suave y constante, casi como un zumbido de fondo en la gran sinfonía celestial. La Luna, al ser el cuerpo celeste más cercano a la Tierra, podría haber sido vista como un contrapunto complementario a la nota de nuestro planeta, creando una especie de dúo celestial. Esta armonía entre la Tierra y la Luna podría haber sido interpretada como una representación de la influencia gravitacional y los ciclos naturales que ambos cuerpos ejercen entre sí.

En su búsqueda por encontrar la armonía subyacente al universo, consideraba al *Sol* como el centro de todo y el motor que impulsaba la “*MEE*”. Aunque Kepler no asignó una nota musical específica al Sol de la misma manera que lo hizo con los planetas, su papel en la armonía cósmica era fundamental. Sería el corazón pulsante que genera el ritmo y la energía para todas las demás notas. Es el cuerpo celeste alrededor del cual giran todos los demás planetas, y, por lo tanto, es el origen de los movimientos que producen los sonidos celestiales. Kepler creía que la disposición de los

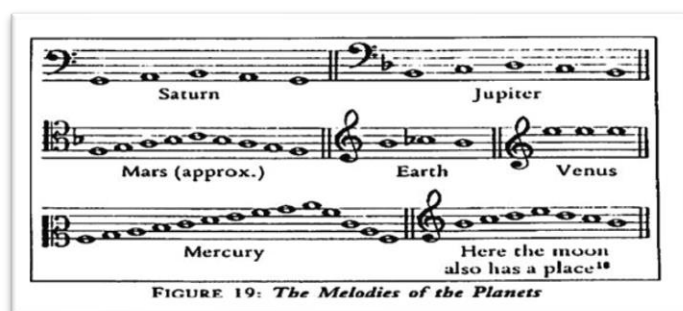


Ilustración 9. Escalas asignadas a cada uno de los planetas. HM, p. 207.

planetas y sus movimientos seguían patrones matemáticos precisos, y que estos patrones eran una manifestación de la armonía divina. El sol era la fuente de esta armonía. Aunque no le asignó una nota específica, podríamos considerar al Sol como la nota fundamental de la sinfonía celestial, la base sobre la cual se construyen todos los demás sonidos.

Kepler favoreció la modernización de la teoría de la *MEE* ajustándose a los cambios en la forma de pensamiento astronómico, experiencias y teorías musicales de la época de varias maneras:

- (1) El Sol deja de *sonar*, en tanto que la Tierra adquiere una *voz*. Esto es debido a que se plantea un cambio en qué es lo que se mueve y qué es lo que permanece fijo en un modelo del sistema solar, cambiando de esta manera el sonido o el silencio que los cuerpos celestes provocan – sin tener en cuenta en ningún momento si esto es real o imaginario. Al adoptar el sistema heliocéntrico en el que la Tierra es la que se mueve alrededor del Sol y, por tanto, produce sonido, permaneciendo el Sol fijo. Cambiando de esta manera la forma de entender la *MEE* aunque siempre hay que tener en cuenta que se trata de música especulativa.
- (2) Rechazando la teoría de la entonación de Pitágoras y dando cabida a la entonación justa, encontrándose más consonancias perfectas a la hora de superponer voces en la escritura polifónica.
- (3) La única forma de argumentar matemáticamente el punto anterior es creyendo que las escalas resultan de figuras geométricas, y no de series numéricas. Kepler rechaza las analogías numéricas utilizadas hasta su época para describir las proporciones entre las órbitas de los planetas o sus velocidades, al creer que son menos abstractas y que se basan en las experiencias sensoriales de los humanos, siendo el mejor indicio de la Mente Divina a la cual el ser humano debe intentar aproximarse. Recordemos que las profundas creencias religiosas de Kepler le hacían concebir un universo solo como producto de la invención divina.
- (4) A fin de justificar los apartados 2 y 3, Kepler utilizaba un monocordio sobre el que realizaba sus experimentos acústicos-matemáticos. Se cree que de esta manera comprobó la consonancia de los intervalos de la sexta y tercera que antiguamente se consideraban disonantes.

Los Pitagóricos estaban tan entregados a este filosofar a través de los números, que fracasaron en mantener el juicio de sus oídos, a pesar de que fue justamente por éste que llegaron a su filosofía en primer lugar. Así, definieron únicamente a través de sus números qué es y qué no es un intervalo melódico, qué es consonante y qué es disonante, violentando así el natural e instintivo juicio del oído [...]⁶²

- (5) Los cantos de cada uno de los planetas dejan de ser sobre una sola nota, como habían sido desde Platón hasta Zarlino – cada planeta producía una sola nota de una única escala heptáfona y en la mayoría con prevalencia de la escala mayor – y en Kepler se transforman en escalas de distintas longitudes para cada planeta. Esto conlleva la posibilidad de polifonía melódico-armónica – que se da en la polifonía vocal de su tiempo – cuando en modelos anteriores se trataba más bien de acordes fijos cuyos componentes podían palidecer o aumentar en superioridad y protagonismo de acuerdo con los diferentes momentos de posición planetaria, pero que continuaban con sola nota por planeta.

[...] Los movimientos de los cielos, por lo tanto, no son otra cosa sino un eterno concierto (racional, que no vocal) que tiende, a través de las disonancias, a través de lo que pudiéramos considerar como ciertas suspensiones o fórmulas cadenciales (por las cuales los hombres imitan esas disonancias naturales [*de los cielos*]), hacia cadencias definidas y prescritas, con cada acorde con seis términos (es decir a seis voces), y que a través de esas marcas [*es decir las cadencias*] se distingue y articula la inmensidad del tiempo; de tal manera que ya no es de maravillarse que finalmente esta manera de cantar a varias partes, desconocida para los antiguos, haya sido inventada por el Hombre, el Simio de su Creador; de tal manera que a través de la sinfonía artificial de varias voces pueda él [*el hombre*] representar, en la breve duración de una hora, la perpetuidad de la duración total del cosmos, y de este modo pueda percibir en cierto grado la satisfacción de Dios el Creador con Sus propias obras, con el más intensamente dulce placer obtenido de su Música, que imita a Dios.⁶³

Kepler llega a esta conclusión basándose en que sí la velocidad de translación de los planetas ya no se considera constante, ya no producirán un único sonido cada uno, sino que a cada planeta le correspondería una gama entera de sonidos, el más agudo procedente de su perihelio – el punto más cercano de la órbita solar, donde el planeta viaja más rápido – y el más grave a su afelio – el punto más lejano de su órbita, donde viaja más lentamente.

⁶² Kepler (1940) *De Harmonices Mundi*, Vol 6, p. 99.

⁶³ *Ídem*, p. 328.

Cabe mencionar que en el siglo XVIII ya ningún científico pensaba que los planetas, en sus movimientos, llevaran una cierta armonía proporcional semejante a la de la música de los seres humanos, y la idea de la MEE pasó del campo científico y filosófico al metafísico o místico, ejemplos los tenemos en Fabre d'Olivet, Saint-Yves D'Alveydre, Rudolf Steiner. En el siglo XX empieza a resurgir la idea de nuevo en trabajos de por ejemplo Marius Schneider, Rudolf Haase, y más recientemente Hans Cousto y Hartmut Warm. Aunque nos es imposible exponer sus teorías en detalle en este trabajo.

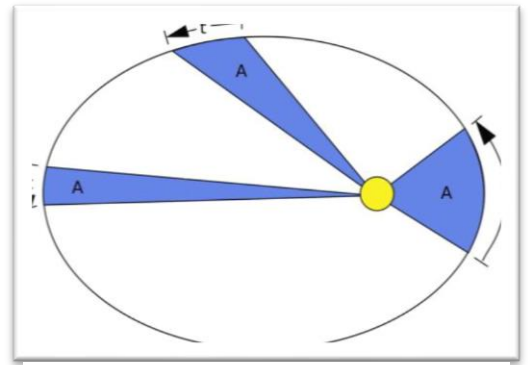


Ilustración 11. Modelo orbital elíptico de Kepler.

https://www.astromia.com/universo/leyes_universo.htm

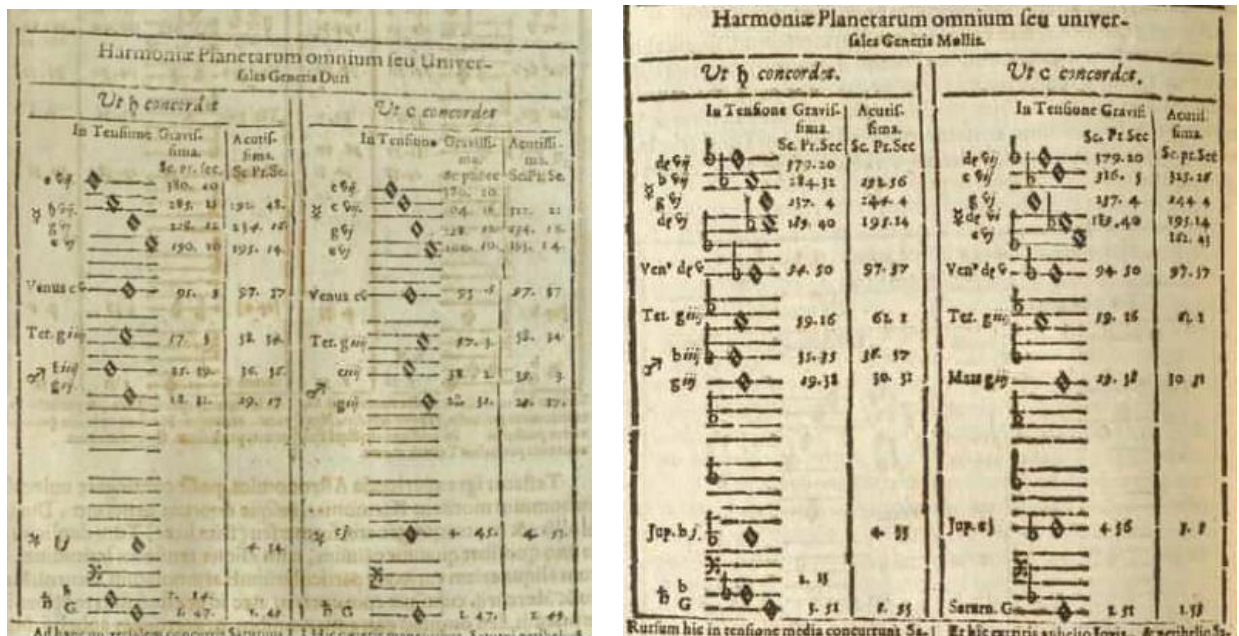


Ilustración 10. HM, Libro V, pp. 209- 210.

Para una visión contemporánea de la MEE y la relación entre movimiento planetario y sonido véase el Anexo V.

CAPÍTULO 3. EL CLARINETE

3.1. El Clarinete y la *Música de las Esferas*: Un Vínculo Armónico.

El clarinete, como instrumento de viento-madera (véase Anexo VI para una ampliación histórica), se basa en principios acústicos y armónicos que también tienen bases matemáticas y físicas, en consonancia con las ideas de Kepler. A continuación, se analizan algunas relaciones entre ambos elementos:

- (a) **Relación Armónica y Matemática:** Kepler examinó las velocidades angulares de los planetas y las interpretó en intervalos musicales, mostrando que el cosmos funciona según principios armónicos. De manera similar, el clarinete genera sonidos que siguen patrones matemáticos precisos, reflejando proporciones que pueden compararse con las que Kepler encontró en el cielo.⁶⁴
- (b) **Vibraciones y Frecuencias. Un Paralelismo con el Universo.** De acuerdo con la idea de la *MEE*, los planetas producen “notas” basadas en su movimiento, aunque son inaudibles para los humanos. En el clarinete, la vibración de la caña en el tubo cónico produce sonidos que dependen de la longitud y la forma del instrumento, lo que ilustra principios físicos similares a los movimientos celestiales.
- (c) **Afinación y Proporciones Cósmicas.** Kepler argumentaba que ciertos intervalos musicales eran más “perfectos” o “consonantes”, lo que se relaciona con la forma en que se afinan los instrumentos musicales. El clarinete debe mantener proporciones precisas en la disposición de sus agujeros y en la tensión de su caña para generar un sonido armónico y equilibrado, reflejando la búsqueda de armonía presente en el universo.⁶⁵
- (d) **Expresión Musical y la Armonía del Cosmos.** El clarinete, con su timbre cálido y versátil, puede producir una amplia variedad de matices y dinámicas. Esta expresividad puede considerarse un reflejo de la sinfonía cósmica propuesta por Kepler, donde cada cuerpo celeste tiene su propia “voz”. Los músicos del clarinete

⁶⁴ Véase Field, J. V. (1988). *Kepler's geometrical cosmology*. University of Chicago Press, para un análisis más exhaustivo.

⁶⁵ Una visión más completa y realmente deliciosa de leer puede encontrarse en Godwin, J. (1993). *The harmony of the spheres: A sourcebook of the Pythagorean tradition in music*. Inner Book Traditions.

pueden usar técnicas como el vibrato, las articulaciones variadas y los contrastes dinámicos para imitar los movimientos rítmicos del universo.⁶⁶

(e) Filosofía y la Búsqueda de Armonía Universal. Más allá de la teoría musical y matemática, la conexión entre el clarinete y la *MEE* también se puede ver desde un punto de vista filosófico. La música, al igual que la astronomía, es una búsqueda de orden y belleza, reflejando el deseo humano de entender el universo y su armonía interna.

(f) Inspiración en el Universo y Composiciones Cósmicas. A lo largo de la historia, diferentes compositores han creado obras para clarinete basadas en temas astronómicos. Estas piezas intentan captar la esencia del movimiento de los planetas o traducir en sonidos las estructuras matemáticas del universo, en un esfuerzo artístico similar al de Kepler al conectar la música y la astronomía.⁶⁷

Aunque el concepto de la *MEE* ha cautivado a muchos compositores a lo largo de la historia, las obras escritas específicamente para clarinete que tocan este tema son bastante pocas. Sin embargo, se pueden mencionar algunas piezas que, de manera directa o indirecta, reflejan esta influencia:

—“*Harmonices Mundi*” de Paul Hindemith: Aunque fue escrita originalmente para orquesta, esta obra se basa en el tratado del mismo nombre de Johannes Kepler. En algunas adaptaciones y arreglos, el clarinete tiene un papel importante, evocando las armonías celestiales que Kepler describió.⁶⁸

—“*Clair de Lune*” de Claude Debussy: A pesar de ser una obra para piano, ha sido adaptada para varios conjuntos, incluyendo arreglos que incorporan el clarinete. La pieza captura la esencia de la luz de la luna y la paz celestial, resonando con la idea de la armonía universal.⁶⁹

—“*Planetas*” de Gustav Holst: Esta suite orquestal asigna a cada movimiento el nombre de un planeta y su respectivo carácter astrológico. Aunque no está enfocada

⁶⁶ Véase Pesic, P. (2014). *Music and the making of modern science*. MIT Press.

⁶⁷ Lindberg, D. C. (2007). *The beginnings of Western science: The European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, 600 B.C. to A.D. 1450*. University of Chicago Press. Esta edición de Lindberg se ha convertido en un clásico sobre el tema.

⁶⁸ Hindemith, P. (1946). *Harmonices Mundi* [Obra orquestal].

⁶⁹ Debussy, C. (1905). *Clair de Lune* [Pieza para piano].

únicamente en el clarinete, el instrumento tiene momentos destacados que ayudan a representar musicalmente los cuerpos celestes.⁷⁰

Además de estas composiciones, es posible encontrar otras obras contemporáneas, tal vez menos accesibles al gran público o menos conocidas que explotan la conexión entre el clarinete y la *MEE*.

En definitiva, aunque el clarinete no esté directamente relacionado con la *MEE* en un sentido literal, su capacidad para expresar emociones, su versatilidad tonal y su uso en composiciones inspiradas en el cosmos permiten establecer conexiones significativas entre este instrumento y las teorías.

3.2. Objetivos de la enseñanza del clarinete

La enseñanza del clarinete busca desarrollar en el estudiante una serie de habilidades y conocimientos que le permitan dominar este instrumento de viento madera y, a su vez, expresarse musicalmente de manera efectiva.

Objetivos Generales

- **Dominio técnico:** Adquirir una técnica sólida que permita producir un sonido claro, afinado y con buena proyección en todos los registros del instrumento.
- **Desarrollo auditivo:** Afinar el oído musical para reconocer intervalos, acordes y melodías, así como para identificar y corregir errores de afinación.
- **Lectura musical:** Desarrollar la capacidad de leer partituras con fluidez y precisión, interpretando correctamente las indicaciones musicales.
- **Interpretación musical:** Expresar las emociones y el carácter de una pieza musical a través de la interpretación en el clarinete, utilizando recursos como el dinamismo, el fraseo y el vibrato.
- **Conocimiento del instrumento:** Comprender la construcción y funcionamiento del clarinete, así como las diferentes técnicas específicas de este instrumento.
- **Cultura musical:** Ampliar los conocimientos sobre la historia de la música, los diferentes estilos y géneros musicales, y el repertorio para clarinete.

⁷⁰ Holst, G. (1918). *The Planets* [Suite orquestal].

Objetivos Específicos

- **Producción del sonido:** Aprender a producir un sonido claro y centrado, controlando la embocadura, la respiración y la digitación.
- **Escalas y arpeggios:** Dominar las escalas y arpeggios en todas las tonalidades y posiciones, con diferentes articulaciones y dinámicas.
- **Estudios y ejercicios técnicos:** Trabajar ejercicios específicos para desarrollar la agilidad, la resistencia y la precisión en la ejecución.
- **Repertorio:** Interpretar un repertorio variado que abarque desde piezas sencillas para principiantes hasta obras más complejas de compositores reconocidos.
- **Improvisación:** Desarrollar la capacidad de improvisar melodías y acompañamientos, explorando la creatividad musical.
- **Música de cámara:** Participar en conjuntos de cámara para aprender a tocar en grupo y coordinar con otros instrumentos.

Objetivos Pedagógicos

- **Motivación:** Despertar y mantener el interés por la música y el clarinete.
- **Autonomía:** Fomentar la autonomía en el estudio y la práctica individual.
- **Disfrute:** Hacer de la práctica musical una experiencia placentera y gratificante.
- **Disciplina:** Desarrollar hábitos de estudio regulares y metódicos.
- **Concentración:** Mejorar la capacidad de concentración y atención.

CAPÍTULO 4. PROPUESTA DIDÁCTICA

4.1. Competencias transversales de la pedagogía aplicada al clarinete

Las competencias transversales en la pedagogía del clarinete son aquellas habilidades y conocimientos que van más allá de la técnica instrumental específica. Son capacidades que permiten al profesor crear un entorno de aprendizaje enriquecedor, fomentar el desarrollo integral del estudiante y adaptarse a las diversas necesidades de cada individuo.

¿Por qué son importantes las competencias transversales?

- **Aprendizaje significativo:** Permiten al estudiante conectar los conocimientos musicales con otras áreas de su vida, haciendo el aprendizaje más significativo y duradero.
- **Desarrollo integral:** Fomentan el desarrollo de habilidades como la creatividad, la autonomía, la colaboración y la comunicación, esenciales para la vida.
- **Motivación:** Crean un ambiente de aprendizaje motivador, donde el estudiante se siente valorado y con ganas de aprender.

Competencias transversales en la pedagogía del clarinete:

- **Pedagogía musical:** Conocimiento profundo de los principios de la enseñanza musical, incluyendo la didáctica, la psicología del aprendizaje musical y las teorías del desarrollo musical.
- **Conocimiento del instrumento:** Dominio técnico del clarinete, conocimiento de su historia, construcción y repertorio.
- **Habilidades comunicativas:** Capacidad para explicar conceptos musicales de manera clara y concisa, tanto de forma oral como escrita.
- **Habilidades interpersonales:** Capacidad para establecer relaciones positivas con los estudiantes, padres y colegas, creando un ambiente de confianza y respeto.
- **Creatividad:** Capacidad para diseñar actividades y materiales didácticos originales y adaptados a las necesidades de cada estudiante.
- **Adaptabilidad:** Capacidad para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje y a las necesidades de estudiantes con diversidad funcional.
- **Gestión de grupos:** Capacidad para organizar y dirigir grupos de estudiantes, fomentando la colaboración y el trabajo en equipo.

- **Evaluación:** Capacidad para diseñar y aplicar instrumentos de evaluación que permitan valorar el progreso de los estudiantes de manera objetiva y formativa.
- **Uso de las TIC:** Capacidad para utilizar las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitando el acceso a recursos y fomentando la autonomía del estudiante.
- **Conocimiento de otras disciplinas:** Conocimiento de otras disciplinas artísticas, como la música de cámara, la composición o la improvisación, para enriquecer la formación del estudiante.

Cómo desarrollar estas competencias:

- **Formación continua:** Asistir a cursos, seminarios y talleres sobre pedagogía musical, psicología del aprendizaje y nuevas tecnologías.
- **Reflexión sobre la práctica:** Analizar las propias clases y buscar formas de mejorar la enseñanza.
- **Colaboración con otros profesores:** Intercambiar experiencias y conocimientos con otros profesores de música.
- **Investigación:** Mantenerse actualizado sobre las últimas tendencias en la enseñanza de la música.
- **Mentoría:** Buscar la orientación de un mentor experimentado.

4.2. Fundamentos y normativas curriculares.

En este apartado seleccionamos aquellos aspectos específicos que se tratan en los ejercicios en el contexto curricular para el que han sido elaborados.

Real Decreto 1577/2006 de 22 de diciembre, por el que se fijan los aspectos básicos del currículo de las enseñanzas profesionales de música reguladas por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (BOE 20/01/2007)

Decreto 158/2007, de 21 de septiembre, del Consell, por el que se establece el currículo de las enseñanzas profesionales de música y se regula el acceso a estas enseñanzas.

(DOGV núm. 5606 de 25.09.2007) Ref. 012101/2007

Artículo 4. Objetivos generales de las enseñanzas profesionales de música Las enseñanzas profesionales de música tienen como objetivo contribuir a desarrollar en los

alumnos y alumnas capacidades generales y los valores cívicos propios del sistema educativo y, además, las capacidades siguientes:

a) Fomentar la audición de música y establecer conceptos estéticos propios que permitan fundamentar y desarrollar criterios interpretativos individuales. Como es el caso del ejercicio dos, cuya práctica de trinos, mordentes... se utilizaban en música barroca como ornamentaciones en las notas para dar variedad, vivacidad y expresión a melodías.

d) Conocer las aportaciones de la música al desarrollo personal del individuo y al desarrollo colectivo de las sociedades. La adquisición de técnica, sonoridad, agilidad... suponen una gran aportación al desarrollo y crecimiento personal tanto como a la sociedad.

f) Conocer y emplear con precisión el vocabulario específico relativo a los conceptos científicos y artísticos de la música. Como es el caso del ejercicio dos con un tempo Adagio o el ejercicio siete con un tempo Lento, al igual que con las distintas dinámicas (F, p, mf...)

g) Conocer y valorar el patrimonio musical como parte integrante del patrimonio histórico y cultural de la Humanidad. Tiene relación al tratarse de ejercicios basados con la *MEE* de Kepler.

Artículo 5. Objetivos específicos de las enseñanzas profesionales de música Las enseñanzas profesionales de música deberán contribuir a la adquisición por parte del alumnado, de las capacidades siguientes:

a) Superar con dominio y capacidad crítica los contenidos y objetivos planteados, de este modo el alumnado ira desarrollando un crecimiento personal enriquecedor.

b) Conocer los elementos básicos de los lenguajes musicales, sus características, funciones y evoluciones en los diferentes contextos históricos. De este modo se podrán aplicar los recursos adquiridos según en periodo y características de la obra con la suficiente capacidad para saber cuáles aplicar en su debido lugar como por ejemplo las diferentes ornamentaciones aprendidas en el ejercicio siete (aplicables en el Barroco).

c) Utilizar el «oído interno» como base de la afinación, de la audición armónica y de la interpretación musical. El ejercicio de la Luna permite mejorar el control de la afinación, la embocadura y la articulación favoreciendo al desarrollo del oído interno, la interpretación y la audición siendo más críticos con el trabajo realizado o por realizar.

También podemos encontrar en el ejercicio cuatro que ayuda a mejorar el insuflado del aire y el apoyo con el diafragma.

f) Utilizar el cuerpo y la mente para adquirir la técnica necesaria y así, concentrarse en la audición e interpretación musical. Todos los ejercicios tienen como finalidad la mejora general con el instrumento para tener un mayor control, seguridad y poder realizar una interpretación musical de calidad, en especial el ejercicio seis con el registro sobreagudo.

h) Adquirir y aplicar las destrezas necesarias para resolver las dificultades que surjan en la interpretación de la música. Como puede ser el legato o “saltos” entre las notas con diferentes intervalos como en el ejercicio cuatro, los distintos cambios de compas y métrica que suceden en el ejercicio tres, o las diferentes posiciones para realizar notas sobreagudas como en el ejercicio seis

k) Actuar en público con autocontrol, dominio de la memoria musical y capacidad comunicativa.

l) Adquirir autonomía personal en la interpretación musical. Aprovechando los recursos adquiridos mediante la práctica y el perfeccionamiento podemos realizar nuestra propia versión de la obra a interpretar ofrecida y guiada por el profesorado para no excederse y basarse en las características del estilo y época de la obra.

m) Consolidar hábitos de estudio adecuados y continuados en función de la dificultad de los contenidos de las asignaturas de los diferentes cursos y niveles.

n) Conocer y aplicar las técnicas del instrumento o de la voz de acuerdo con las exigencias de las obras. Como las diferentes articulaciones que aparecen en el ejercicio uno (diferentes picados, picado ligado, acentos...)

INSTRUMENTOS DE VIENTO MADERA: FLAUTA TRAVESERA, OBOE, CLARINETE, FAGOT Y SAXOFÓN⁷¹

Objetivos Las enseñanzas de los instrumentos de viento-madera (clarinete) de las enseñanzas profesionales de música tendrán como objetivo contribuir a desarrollar en el alumnado las siguientes capacidades:

⁷¹ P. 46.

a) Demostrar la sensibilidad auditiva necesaria para perfeccionar gradualmente la calidad sonora. Los ejercicios con tempo lento son muy útiles para el perfeccionamiento auditivo del instrumento respecto a la calidad sonora y también mediante la ayuda de un afinador.

d) Demostrar autonomía progresivamente mayor para solucionar cuestiones relacionadas con la interpretación: Digitación, articulación, fraseo, etc. La gran mayoría de los ejercicios realizados, sobre todo los que se enfocan el registro agudo/sobreagudo como Mercurio, te permiten utilizar distintas digitaciones/posiciones de notas del instrumento para la realización del ejercicio, también la variación de distintas articulaciones como en el ejercicio uno...

f) Adquirir y aplicar progresivamente herramientas y competencias para el desarrollo de la memoria. La gran mayoría de los ejercicios se recomienda, ser tocados de memoria para que el alumno sea capaz de ganar autonomía ya que son ejercicios que funcionan cada uno con una estructura idéntica.

g) Desarrollar la capacidad de lectura a primera vista y aplicar con autonomía progresivamente mayor los conocimientos musicales para la improvisación con el instrumento. Son ejercicios los cuales se pueden utilizar a primera vista para practicar los recursos que ofrecen y puedan aparecer en pruebas de acceso al grado superior, al igual que son útiles los recursos para circunstancias que requieran de improvisar como son los diferentes mordentes, trinos, dinámicas, ligaduras de expresión... en especial el ejercicio cinco.

Contenidos:

Desarrollo en profundidad de la velocidad y de toda la gama de articulaciones posibles (velocidad en legato, en los distintos «estaccatos», en los saltos, etc.). Trabajo de todos los elementos que intervienen en el fraseo musical: línea, color y expresión, con especial atención a su estudio en los tempos lentos. Estudio del registro sobreagudo. Práctica para desarrollar al máximo el sentido de la armonía, la afinación, el ritmo, etc. Entrenamiento permanente y progresivo de la memoria. Práctica de la lectura a vista.

Los siguientes ejercicios y objetivos están diseñados específicamente para estudiantes de sexto curso de clarinete en el nivel profesional de música. Buscan perfeccionar la técnica instrumental, desarrollar la musicalidad y preparar al alumno para futuras actuaciones y estudios superiores. Se enfocan en aspectos como el dominio del registro sobreagudo, la articulación compleja, la interpretación expresiva, la memoria musical, la lectura a

primera vista y la improvisación, todo ello enmarcado en el desarrollo de un criterio estético personal y la comprensión del impacto de la música en la sociedad.

Artículo 4: Objetivos Generales de las Enseñanzas Profesionales de Música

- Desarrollo de la Audición y Criterio Estético:
 - Fomentar la escucha activa de música.
 - Establecer conceptos estéticos personales para fundamentar la interpretación.
 - Ejemplo: El estudio de ornamentaciones barrocas en “Júpiter”(2) (trinos, mordentes) para dar variedad y expresión a las melodías.
- Conocimiento del Impacto de la Música:
 - Comprender la contribución de la música al desarrollo individual y social.
 - La adquisición de técnica, sonoridad y agilidad como aportes al crecimiento personal y a la sociedad.
- Dominio del Vocabulario Musical Específico:
 - Utilizar con precisión el lenguaje técnico relacionado con conceptos musicales.
 - Ejemplo: Comprender y aplicar términos como “Adagio”, “Lento”, “forte”, “piano”, “mezzo forte”, etc.
- Valoración del Patrimonio Musical:
 - Reconocer y apreciar el patrimonio musical como parte de la historia y cultura humana.
 - Relación con obras basadas en conceptos como la “*MEE*” de Kepler.

Artículo 5: Objetivos Específicos de las Enseñanzas Profesionales de Música

- Dominio y Capacidad Crítica:
 - Superar los objetivos planteados con dominio y capacidad de análisis.
 - Promover el crecimiento personal a través del aprendizaje musical.
- Conocimiento de Lenguajes Musicales:
 - Comprender los elementos básicos, características, funciones y evolución de los lenguajes musicales en diferentes contextos históricos.
 - Ejemplo: Aplicar ornamentaciones barrocas en obras de ese período.
- Desarrollo del “Oído Interno”:

- Utilizar el “oído interno” como base para la afinación, audición armónica e interpretación.
- Ejemplo: El ejercicio de “La Luna” (7) para mejorar el control de la afinación, embocadura y articulación.
- Ejemplo: El ejercicio de “La Tierra” (4) para mejorar el control del aire y el apoyo con el diafragma.
- Integración Cuerpo-Mente en la Técnica:
 - Utilizar el cuerpo y la mente para adquirir la técnica necesaria y concentrarse en la interpretación.
 - El objetivo general de los ejercicios es la mejora del control del instrumento.
- Resolución de Dificultades Interpretativas:
 - Adquirir y aplicar destrezas para superar desafíos en la interpretación.
 - Ejemplo: Dominar el legato y los “saltos” entre notas en “La Tierra” (4), o los cambios de compás y métrica en “Marte”(3).
- Actuación en Público:
 - Desarrollar autocontrol, dominio de la memoria musical y capacidad comunicativa en actuaciones públicas.
- Autonomía en la Interpretación:
 - Lograr autonomía personal en la interpretación, creando versiones propias basadas en el estilo y época de la obra.
- Hábitos de Estudio:
 - Consolidar hábitos de estudio adecuados y continuados, adaptados a la dificultad de los contenidos.
- Aplicación de Técnicas Instrumentales:
 - Conocer y aplicar técnicas específicas del clarinete según las exigencias de las obras.
 - Ejemplo: Las diferentes articulaciones en “Saturno” (1) (picados, ligado-picado, acentos).

Objetivos Específicos para Instrumentos de Viento-Madera (Clarinete)

- Perfeccionamiento de la Calidad Sonora:

- Demostrar sensibilidad auditiva para mejorar gradualmente la calidad del sonido.
- Los ejercicios con tempo lento y el uso del afinador son muy útiles.
- Autonomía en la Resolución de Problemas Interpretativos:
 - Desarrollar autonomía para solucionar cuestiones de digitación, articulación, fraseo, etc. (5)
 - Ejemplo: Utilizar distintas digitaciones y articulaciones en el registro agudo/sobreagudo. (6)
- Desarrollo de la Memoria:
 - Adquirir y aplicar herramientas para el desarrollo de la memoria musical.
 - Memorizar ejercicios para ganar autonomía.
- Lectura a Primera Vista e Improvisación:
 - Desarrollar la capacidad de lectura a primera vista y aplicar conocimientos musicales en la improvisación.
 - Ejemplo: Practicar recursos para pruebas de acceso al grado superior e improvisar ornamentaciones y dinámicas.

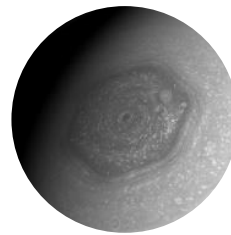
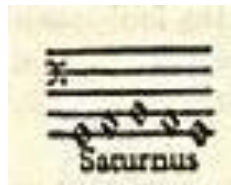
Contenidos Clave

- Desarrollo de la velocidad y articulaciones (legato, staccato, saltos).
- Trabajo del fraseo musical (línea, color, expresión) en tempos lentos.
- Estudio del registro sobreagudo.
- Práctica de la armonía, afinación y ritmo.
- Entrenamiento de la memoria.
- Práctica de la lectura a vista.

4.3. Criterios de elaboración y composición de los ejercicios

Las propuestas de Kepler para cada planeta son las siguientes y seguiremos sus sugerencias adaptándolas a las necesidades técnicas del instrumento y etapa educativa correspondiente.

Ejercicio 1. Saturno



Ejercicio 2. Júpiter



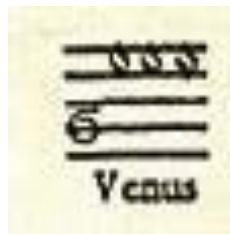
Ejercicio 3. Marte



Ejercicio 4. Tierra



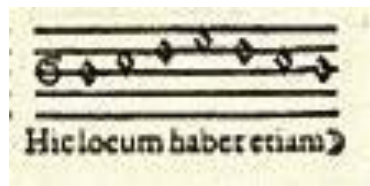
Ejercicio 5. Venus



Ejercicio 6. Mercurio



Ejercicio 7: Luna



4.4. Ejercicios Propuestos.

4.4.1. Saturno

El recorrido de Saturno presenta un movimiento regular: sube igual que baja. Por su gran distancia al Sol y su lenta órbita (9.68 Km/s) y al ser el planeta más lejano conocido en la época de Kepler, se le asociaban notas bajas, graves y solemnes, como el *la*, *do* o el *si grave* (registro *chalumeau* llegando al de garganta), creando el contrapunto más grave y profundo de toda la sinfonía celestial.

Al tratarse de un planeta “lento”, la velocidad del ejercicio tiene que ser acorde por eso le he otorgado negra 50. Para que haya movimiento en la práctica del ejercicio le he asignado corcheas con resolución en negra.

Para fortalecer el diafragma, el rango de matiz está escrito sin “coherencia” y de manera salteada sin orden para que no sea predictivo y poder notarse las diferencias por ejemplo entre *forte* (*f*) y *mezzopiano* (*mp*) y entre medias reguladores para el fortalecimiento del insuflado del aire para que sea progresivo partiendo de diferente matiz.

La construcción del propio ejercicio viene dada por el intervalo asignado por Kepler, en este caso el intervalo es una tercera mayor. Para poder profundizar en las diferentes articulaciones presentadas, realizamos una repetición para crear cierta resistencia a este tipo de articulación, dicha repetición se puede realizar las veces que sea necesarias para asegurar el aprendizaje correcto de dicha articulación.

Las diferentes articulaciones presentadas son: Picado común (picado pronunciando la letra T), picado ligado (pronunciando la letra D), staccato, acentos y ligaduras de expresión.

Saturno

Ejercicio 1

Joël Bou Genís

$\text{♩} = 50$

mf

7 *mf* *p*

13 *p* *f*

19 *f* *mf*

25 *mf* *p*

31 *p* *mf*

37 *p* *mf* *f* *p* *f* *mp*

43 *p*

49 1. *f* 2. *f*

4.4.2. Júpiter

Júpiter, por su tamaño y lenta órbita, se asociaba con una nota de baja frecuencia y un ritmo majestuoso, creando un contrapunto que proporcionaba la base profunda de la sinfonía celestial. Como el planeta más grande, se le vinculaba con notas profundas, graves y majestuosas, como el *do* o el *fa* o incluso un *si bajo*. Al tratarse del planeta más grande, se mueve a una velocidad 13.07 Km/s, he querido relacionarle con el tempo Adagio, este ejercicio está planteado de la siguiente forma, a mayor control de la digitación, se puede ir subiendo el tempo para conseguir un mayor control y seguridad con el instrumento.

Kepler le asigno un intervalo de tercera menor (5/6), el movimiento orbital del propio planeta se ve reflejado en el propio ejercicio, de ese modo al hacer el movimiento ascendente aparecen notas alteradas con sostenidos y al realizar el movimiento descendente aparecen bemoles en las notas.

El enfoque de este ejercicio es la adquisición de habilidades, técnica e independencia de dedos con la realización de mordente superior e inferior junto con el trino. Durante el ejercicio se debe alternar diferentes dinámicas desde *pianissimo* hasta *fortissimo* y diferentes articulaciones como por ejemplo picado, ligado, *staccato*...

Se recomienda el uso del metrónomo para garantizar un correcto tempo sin que haya oscilaciones en él y la alternancia de notas ligadas como por ejemplo de dos en dos, tres en tres, una nota picada y dos ligadas...

Jupiter

Ejercicio 2

Alternar diferentes dinámicas desde pianissimo hasta fortissimo y diferentes articulaciones como por ejemplo picado, ligado, staccato...

Una vez se tenga el control también se puede alternar con diferentes tempos.

Joël Bou Genís

Adagio

5

9

13

18

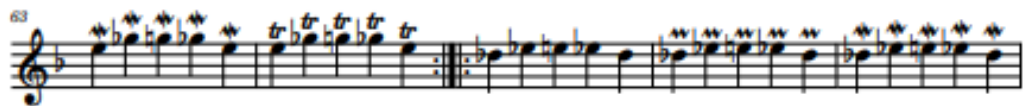
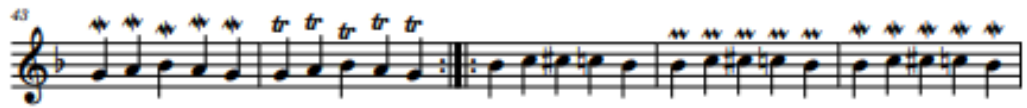
23

28

33

38

2



4.4.3. Marte

Por su color característico y su órbita más excéntrica, se asociaba con una nota de tonalidad más grave y un ritmo ligeramente irregular, creando un contrapunto que añadía complejidad a la sinfonía celestial.

Marte, con su movimiento más errático (cambio brusco en el comportamiento sin aparentes motivos), podría asociarse con un tono más disonante o un modo menor, también asociado con la guerra y la pasión, se le asignaban notas más enérgicas y vibrantes, como el *sol* o el *mi*. Dada la velocidad media de marte es 24,07Km/s, le he asociado un tempo Andantino (negra= 94).

Dada su órbita, Kepler calculó su intervalo en $2/3$ o como quinta justa. La primera repetición de este ejercicio se basa en lo citado anteriormente. La segunda parte no sigue el patrón de 5 justa, pero si variedad rítmica dada su movimiento errático realizando “saltos” de diferentes intervalos.

El ejercicio se encuentra en *fam* apareciendo de manera esporádica el *do#* haciendo referencia a la tonalidad de *rem*, de este modo damos a apreciar ese movimiento errático. También se aprecian distintos cambios de compas para acompañar el movimiento errático y dotar al ejercicio de esa característica única que dota al planeta su especialidad. Una vez dominado, recomiendo la utilización de diferentes dinámicas y articulaciones según lo que se pretenda mejorar por parte del alumnado o del profesorado.

Marte

Una vez dominado, se recomienda repetirlo con cambios de articulación y dinámica

Ejercicio 3

Joël Bou Genis

Andantino

4

7

10

13

15

18

21

24

28

JOËL BOU GENÍS

2

30

34

37

40

43

46

49

52

55

58

Detailed description: This page contains a musical score for guitar, numbered 2. It consists of ten staves of music, each starting with a measure number: 30, 34, 37, 40, 43, 46, 49, 52, 55, and 58. The music is written in a single system on a grand staff (treble clef). The key signature has one flat (B-flat). The time signature is 4/4. The score includes various musical notations such as sixteenth notes, eighth notes, and quarter notes, along with fingerings (e.g., '6' and '2') and slurs. The piece concludes with a double bar line at measure 58.

4.4.4. Tierra

La Tierra, por su posición intermedia y su papel como hogar de la humanidad, se asociaba con una nota de resonancia intermedia, creando un contrapunto que unificaba los planetas interiores y exteriores.

Tierra podría ser representada por un tono estable o un modo equilibrado como el mayor.

Dada su órbita, Kepler calculó su intervalo en 15/16 o como un semitono.

La velocidad del planeta es de 29,8 Km/s.

El principal interés de este ejercicio es la práctica del ligado y picado corto en las dinámicas “extremas” como pianísimo (pp) y fortísimo (FF). No tiene un tempo estipulado, pero se podría partir de negra = 120 e ir alternando la velocidad para ganar agilidad en la lectura de intervalos que se amplía y disminuye a lo largo del ejercicio y para asegurar y practicar un correcto picado. Este ejercicio se puede alterar y cambiar las diferentes articulaciones con el fin de garantizar un correcto aprendizaje de las mismas.

Tierra

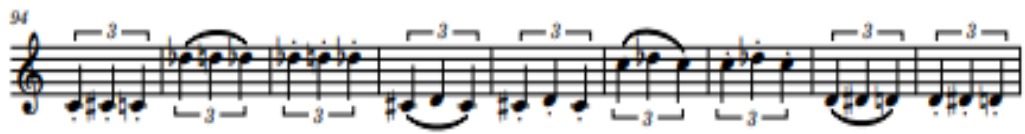
Ejercicio 4

Mantener el mismo orden de dinámicas todo el ejercicio

Joël Bou Genís

The musical score consists of ten staves of music, each containing a sequence of notes with triplet markings. The dynamics are indicated by *ff* (fortissimo) and *pp* (pianissimo) markings. The first staff starts with *ff*, followed by *pp*, *ff*, *pp*, *ff*, *pp*, *ff*, *pp*, and *ff*. The second staff begins with *pp*, followed by *ff* and *pp*. The remaining staves (3-10) do not have explicit dynamic markings but follow the alternating pattern established in the first two staves. The music is written in a single melodic line on a treble clef staff.

2



4.4.5. Venus

Conocido como el “lucero del alba” y la “estrella vespertina”, también tenía su papel asignado. Se asociaba con notas de una tonalidad más suave y armoniosa. Se le vinculaba con notas brillantes y melodiosas, similares a mercurio, pero ligeramente más graves, como el *mi* o el *fa*.

Venus, siendo más lento que Mercurio, pero aún rápido, podría relacionarse con un tono más suave o un modo lírico.

Debido a su proximidad al Sol y su rápida orbita, Venus tiene una velocidad de 35 km/s mientras que la de Mercurio es de 47.87 km/s.

A Mercurio le asociamos negra a 200 y a Venus negra 150-170 debido a que su velocidad es un poco menor y es el segundo planeta más rápido del sistema solar.

El ejercicio de Venus tiene como finalidad mezclar todo lo que ha aparecido en ejercicios anteriores y mostrar lo que aparecerá en los dos siguiente siendo así, una mezcla de todos pudiéndose utilizar este ejercicio como una prueba final para asegurarse que se ha aprendido debidamente todo lo necesario para ir con una base sólida a las pruebas de acceso al grado superior de música.

El ejercicio estará compuesto en primer lugar por intervalos de 2ª Mayor, 3ª Mayor, 4ª Justa, 5ª Justa, 6ª Mayor, 7ª Mayor y 8ª Justa Ascendente. En segunda instancia compuesto por intervalos de 8ª Disminuida, 7ª menor, 6ª menor, 5ª disminuida, 4ª disminuida, 3ª menor y 2ª menor Descendente.

En este ejercicio se implementa todo lo visto anteriormente en otros planetas (ejercicios) más los dos siguiente. Se recomienda utilizar este ejercicio como prueba final una vez realizados todos los demás.

Venus

Ejercicio 5

Joël Bou Genís

$\text{♩} = 150-170$

Venus Saturno Venus Júpiter Venus Marte

7 Venus Tierra Venus Mercurio

15 Venus Luna

25 *p* *mf* *f*

30 *p* *mf* *mf*

36 *p* *cresc.*

45 *(cresc.)* *p* *pp* *mf* *p*

52 *f* *p* *pp* *p* *p*

58 *f* *p*

66 *p* *f* *p* *mf*

2

74 *p* *mf* *p* *pp* *p* *p*

81 *cresc.* *f* *dim.*

90 *(dim.)* *p* *p* *mf* *p*

98 *mp* *p* *f* *p* *cresc.*

105 *(cresc.)* *p* *pp*

115 *p* *p* *p*

121 *p* *p*

127 *p* *cresc.*

135 *(cresc.)* *p* *pp* *p*

143 *p* *f* *p* *mf* *p*

149 *f* *p* *cresc.*

3

157 (cresc.) *f* *mf*

168 *mp* *p* *f* *p*

173 *f* *dim.*

182 (dim.) *p*

188

192

197 *cresc.*

205 (cresc.) *mf* *mf*

213 *mf*

219 *mf* *dim.*

228 (dim.) *f* *fp* *f*

4

236

242

251

259

265

273

281

288

296

304

311

f

fz fz fz

dim.

(dim.)

mp

pp

mf

cresc.

cresc.

Musical score for clarinet, measures 320-342. The score is written in treble clef with a key signature of two flats (B-flat and E-flat). The piece is in common time (C). Measure 320 starts with a half note G4, followed by a half note F4, and a half note E4. A crescendo hairpin is shown below the staff, leading to a piano (*p*) dynamic. Measures 321-322 feature eighth notes: G4, F4, E4, D4, C4, B3, A3, G3. Measures 323-324 feature quarter notes: G3, F3, E3, D3, C3, B2, A2, G2. Measure 325 features a half note G2. Measure 326 features a half note F2. Measure 327 features a half note E2. Measure 328 features a half note D2. Measure 329 features a half note C2. Measure 330 features a half note B1. Measure 331 features a half note A1. Measure 332 features a half note G1. Measure 333 features a half note F1. Measure 334 features a half note E1. Measure 335 features a half note D1. Measure 336 features a half note C1. Measure 337 features a half note B0. Measure 338 features a half note A0. Measure 339 features a half note G0. Measure 340 features a half note F0. Measure 341 features a half note E0. Measure 342 features a half note D0. The score includes various musical notations such as slurs, ties, and triplets.

4.4.6. Mercurio

Nótese que el recorrido de Mercurio presenta un movimiento irregular: no sube igual que baja. Una mirada primera excesivamente intuitiva nos podría hacer pensar que con ese modo de escritura Kepler pretende hacer notar la variación de la velocidad en el movimiento planetario.

Sin embargo, el movimiento en el afelio, la parte más grave, es más lento mientras que en el perihelio, la parte más aguda, es más rápido; por tanto, la velocidad crece cuando el planeta se dirige hacia el perihelio y decrece cuando vuelve de él.

Debido a su proximidad al Sol y su rápida orbita (47.87 km/s), a menudo se le asociaba con notas agudas y rápidas como *mi* y *fa* agudo/sobreagudo (registro clarión/sobreagudo).

En la práctica instrumental a la hora de adquirir técnica y mayor agilidad en el registro agudo, sobre todo en el sobreagudo, pasamos por alto un enfoque más práctico y nos centramos únicamente en la escala cromática (en muchos de los casos), la cual te lleva a explorar las distintas posiciones y recursos del instrumento. El ejercicio está pensado de manera que se practique ambos registros agudos en distintas dinámicas y llegando a las notas teniendo que utilizar distintas posiciones según se requieran, de este modo se afianzan posibles nuevas posiciones para cada nota que eran desconocidas.

En el ejercicio he tratado de plasmar la velocidad con el tempo y el intervalo de octava más tercera menor. Para ampliar la dificultad y que tenga un orden lógico con el ejercicio, las dinámicas empleadas parten de pianísimo (pp) a forte (f) y de vuelta a pianísimo con la siguiente secuencia: pp-p-mp-mf-f-mf-mp-p-pp.

Tanto la dinámica como la estructura en si del ejercicio representan una órbita circular alrededor del Sol.

En la segunda parte del ejercicio tenemos un modelo con reguladores (hay que hacer el resto del ejercicio idéntico), cuya finalidad es el fortalecimiento del diafragma en el insuflado del aire de manera controlada para que sea progresivo y poder mejorar la calidad del sonido. Recomiendo la utilización de un afinador para no “hinchar o desestabilizar” el sonido produciendo desafinaciones, de este modo tendremos en cuenta la embocadura.

Mercurio

Ejercicio 6

Joël Bou Genís

$\text{♩} = 200$

pp *p* *mp* *mf* *f* *mp* *p* *pp* *pp* *p* *mp* *mf* *f* *mf* *mp* *p*

7 14 21 28 35 42 49 56 63

2

Musical staff 70-76. Treble clef, key signature of two flats. Measures 70-76. Dynamic markings: *pp* at measure 74. Articulation: slurs over measures 70-73 and 74-76. Trills: three trills marked with '3' and a slur, located at measures 70, 74, and 75.

Musical staff 77-82. Treble clef, key signature of two flats. Measures 77-82. Dynamic markings: *p* at measure 77, *mp* at measure 81. Articulation: slurs over measures 77-80 and 81-82. Trills: three trills marked with '3' and a slur, located at measures 77, 81, and 82.

Musical staff 83-88. Treble clef, key signature of two flats. Measures 83-88. Dynamic markings: *mf* at measure 84, *f* at measure 88. Articulation: slurs over measures 83-84, 85-87, and 88. Trills: three trills marked with '3' and a slur, located at measures 84, 86, and 88.

Musical staff 89-96. Treble clef, key signature of two flats. Measures 89-96. Dynamic marking: *mf* at measure 92. Articulation: slurs over measures 89-91, 92-94, and 95-96. Trills: three trills marked with '3' and a slur, located at measures 92, 94, and 95.

Musical staff 97-103. Treble clef, key signature of two flats. Measures 97-103. Dynamic markings: *mp* at measure 97, *p* at measure 100. Articulation: slurs over measures 97-100, 101-102, and 103. Trills: three trills marked with '3' and a slur, located at measures 97, 101, and 102.

Musical staff 104-104. Treble clef, key signature of two flats. Measure 104. Dynamic marking: *pp* at measure 104. Articulation: slur over measure 104. Trill: one trill marked with '3' and a slur, located at measure 104.

4.4.7. Luna

Dada la proximidad de la Luna a la Tierra y su movimiento relativamente lento en comparación con los planetas, Kepler podría haber asociado a nuestro satélite con una nota musical suave y constante, casi como un zumbido de fondo en la gran sinfonía celestial. La Luna, al ser el cuerpo celeste más cercano a la Tierra, podría haber sido vista como un contrapunto complementario a la nota de nuestro planeta, creando una especie de dúo celestial. Esta armonía entre la Tierra y la Luna podría haber sido interpretada como una representación de la influencia gravitacional y los ciclos naturales que ambos cuerpos ejercen entre sí.

Este ejercicio de embocadura, sonoridad, proyección y afinación está dividido en 4 partes, con una duración aproximada de 3 minutos por parte. No es necesario la realización de todo el ejercicio de una sola vez, sino más bien, como ejercicio de calentamiento antes de pasar a una obra y que se puede repartir en 4 clases o sesiones.

Recomiendo la utilización de un afinador para conseguir una buena embocadura y afinación del instrumento en una dinámica muy suave (P = piano) a su vez recomiendo también la utilización de un metrónomo para ir familiarizándose con el tempo lento (negra = 60).

La finalidad es mostrar que se puede adaptar la velocidad de la Luna (nuestro satélite natural), teniendo en cuenta siempre que la velocidad de la Luna no es igual a la del resto de planetas del sistema solar. La Luna orbita a 1Km/s alrededor de la Tierra y por eso he decidido dado que se trata de un tempo lento, asociarle la negra a 60.

Al igual que la Tierra, he representado la Luna con un movimiento orbital de semitono, dada su unión como dúo celestial.

Se recomienda el uso de metrónomo
y afinador.
Alternancia de ligaduras uniendo notas
de dos en dos, tres, cuatro...
Repetir el ejercicio pasando por todas las
dinámicas para un mayor control de la
embocadura y apoyo del aire.

Luna

Ejercicio 7

Joël Bou Genís

Lento

A

12

24

36

48

60

72

84

96

108

B

C

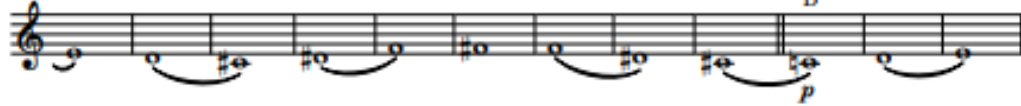
p

2

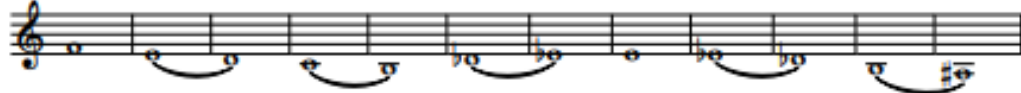
120



132



144



158



168



180



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.

El presente Trabajo de Fin de Grado ha explorado una unión entre la historia de la astronomía, la filosofía musical y la pedagogía del clarinete, culminando en una propuesta didáctica original y fundamentada. Al tomar como punto de partida la venerable concepción de la Música de las Esferas, y particularmente la sofisticada interpretación que de ella realizó Johannes Kepler, se ha logrado trascender la mera curiosidad histórica para articular un método práctico y estimulante para el desarrollo técnico y musical de los estudiantes de clarinete de sexto de enseñanzas profesionales.

La revisión de la trayectoria histórica de la MEE, desde sus raíces pitagóricas hasta la revolucionaria integración de la observación astronómica y la armonía por parte de Kepler, ha sentado las bases conceptuales para comprender la profunda conexión que históricamente se ha establecido entre el cosmos y la música. El análisis detallado de la teoría kepleriana, con su asignación específica de notas y escalas a los movimientos planetarios, no solo revela la genialidad de su pensamiento, sino que también proporciona un material sonoro único y significativo para la creación de ejercicios técnicos.

La relación conceptual establecida entre la MEE de Kepler y la práctica instrumental del clarinete se erige como un pilar fundamental de esta propuesta. Al traducir las secuencias melódicas y armónicas inherentes al "canto" de los planetas en ejercicios específicos para el clarinete, se ha logrado infundir un significado extramusical a la práctica técnica, transformándola de una tarea mecánica a una exploración sonora con resonancias históricas y cosmológicas.

El diseño de siete ejercicios técnicos originales, basados directamente en las notas representativas y las escalas asociadas a cada cuerpo celeste según Kepler, constituye el núcleo práctico de este trabajo. Estos ejercicios no son meras repeticiones de patrones convencionales; cada uno lleva consigo la impronta de un planeta, ofreciendo una variedad melódica y rítmica intrínseca que puede enriquecer la experiencia del estudiante. La cuidadosa orientación de estos ejercicios hacia el desarrollo de habilidades específicas requeridas en el nivel de sexto de enseñanzas profesionales, en consonancia con la normativa educativa vigente, asegura su pertinencia y aplicabilidad en el contexto formativo actual.

La evaluación del potencial de estos ejercicios para mejorar la agilidad de los dedos, la afinación y la articulación en el clarinete sugiere un impacto positivo en áreas cruciales del desarrollo técnico. La variedad interválica y rítmica derivada de las "melodías planetarias" desafía la destreza digital, mientras que la conciencia de las implicaciones armónicas puede fomentar una escucha más atenta y, por ende, una mejor afinación. La necesidad de articular con claridad secuencias melódicas con un trasfondo conceptual puede también influir positivamente en la precisión articuladora.

Quizás uno de los aspectos más valiosos de esta propuesta radica en su aplicabilidad pedagógica. La conexión entre la MEE y los ejercicios técnicos ofrece un poderoso recurso para la motivación y la comprensión musical de los estudiantes. Al presentar la práctica técnica como una exploración de un concepto histórico fascinante y una manifestación sonora del orden cósmico, se puede despertar la curiosidad y el interés de los alumnos, fomentando una aproximación más comprometida y significativa al estudio del instrumento. Esta conexión puede ayudar a desmitificar la técnica, presentándola no solo como un medio para un fin (la interpretación), sino como una actividad con profundas raíces en la historia del pensamiento occidental.

Finalmente, la metodología propuesta para la implementación de estos ejercicios en la preparación de estudiantes de sexto de enseñanzas profesionales para las pruebas de acceso al grado superior de música ofrece una hoja de ruta práctica para los educadores. Al integrar estos ejercicios de manera sistemática en la rutina de estudio, se puede fortalecer la base técnica de los estudiantes, al mismo tiempo que se fomenta una comprensión más amplia y contextualizada de la música.

En definitiva, esta propuesta didáctica no solo ofrece una serie de ejercicios técnicos originales y fundamentados, sino que también plantea una nueva perspectiva sobre la enseñanza del clarinete. Al fusionar la rica historia de la Música de las Esferas con las necesidades pedagógicas, se abre un universo sonoro de posibilidades para el desarrollo técnico y la maduración musical de los futuros profesionales. La exploración del "canto" de los planetas se convierte así en un viaje fascinante hacia el dominio del instrumento y una comprensión más profunda del entramado que une la música, la ciencia y la historia del pensamiento humano.

ANEXOS

Anexo I. Recepción de la “*Harmonices Mundi*”

Harmonices Mundi Kepler ve la luz en 1619, y desde el mismo momento de su publicación logró dividir las opiniones de sus contemporáneos y ha continuado generando debates hasta nuestros días.

Recepción en su Época

Por un lado, suscitó entusiasmo entre los seguidores de las ideas pitagóricas, aquellos que compartían la creencia de Kepler en la armonía matemática del universo, encontraron en la *HM* una confirmación de sus ideas. La noción de que el universo funcionaba como una gran máquina musical resonaba profundamente en ellos.

Por otra parte, los científicos más conservadores se opusieron a sus argumentos. Muchos astrónomos y filósofos naturales de la época se mostraron escépticos ante las ideas de Kepler, especialmente aquellas relacionadas con la *MEE* ya que consideraban que estas ideas eran demasiado especulativas y no estaban respaldadas por suficientes evidencias empíricas.

Sin embargo, fueron los partidarios de la alquimia los que sostuvieron argumentos más controvertidos ya que la obra de Kepler eludía buena parte de las interpretaciones místicas y simbólicas que apoyaban sus tesis. Entre ellos el antes mencionado Robert Fludd, quien criticó el enfoque matemático y científico de Kepler. A este respecto, Català (2018) nos aclara:

[...] El punto de inflexión entre la ciencia antigua y la ciencia moderna, entre la visión humanista del mundo y la científica, se sitúa en una célebre controversia que mantuvieron Kepler y Robert Fludd a principios del siglo XVII. Se enfrentaban, en ese momento, dos mentalidades, y lo hacían a través de la ontología de las imágenes. Kepler encarnaba la facción que saldría vencedora y para la que las imágenes en la ciencia solo podían representar el mundo físico. Fludd, por el contrario, acarreaba consigo las formas del neoplatonismo y consideraba que este mundo físico no era

más que la sombra de las ideas, unas ideas metafísicas que eran las que debían ser visualizadas. [...] ⁷²

Recepción en la Actualidad

Hoy en día, la *HM* es valorada principalmente como un documento histórico que refleja las ideas y las limitaciones de la ciencia del siglo XVII. Se reconoce el genio de Kepler por su descripción de las leyes del movimiento planetario, pero también se entiende que sus ideas sobre la *MEE* eran producto de su época que influían en sus creencias personales.

Pero, a pesar de separarnos varios siglos, la obra de Kepler ha continuado inspirando a artistas, músicos y científicos. Su búsqueda de la armonía y el orden en el universo ha sido un tema recurrente en diversas disciplinas, lo que mantiene su vigencia en tanto que fuente de imaginación artística.

Por último, hay que considerar que la obra se analiza actualmente como un *modelo de pensamiento creativo* ya que muestra cómo creatividad e imaginación pueden jugar su propio rol en la investigación científica. Su capacidad para conectar ideas dispares y establecer convergencias entre disciplinas aparentemente irreconciliables – astronomía, teología, filosofía y arte – nos recuerda que la ciencia no es solo un conjunto de datos en bruto, sino también una forma de pensar y de ver el mundo. ⁷³

Principales composiciones musicales inspiradas en Kepler:

- Gustav Holst: Su suite orquestal *Los Planetas* es quizás la obra más conocida inspirada en las ideas de Kepler. Cada movimiento está dedicado a un planeta y busca evocar su carácter astrológico y mitológico. Aunque Holst no siguió estrictamente las teorías musicales de Kepler, su obra captura la esencia de la conexión entre astronomía y música.
- Paul Hindemith: El compositor alemán escribió la ópera *Die Harmonie der Welt* (La armonía del mundo), inspirado por la biografía de Kepler. En esta ópera, se explotan los elementos musicales para explorar las nociones expuestas por Kepler sobre la armonía cósmica y la relación entre el hombre y el universo.

⁷² Català, J. M. (2018). “Más allá de la representación. ¿Es visible la realidad? (Imágenes y conocimiento)”. *Arbor*, 194 (790): a485.

⁷³ Salles, F. (2023) *Harmonia Mundi: An integrative view of art and science*. Salto: FoxTablet.

- Karlheinz Stockhausen: Este compositor experimental alemán exploró la idea de la música espacial en varias de sus obras. Influenciado por Kepler, intentó crear composiciones que reflejaran la estructura del universo y los movimientos de los cuerpos celestes.

El sonido de los astros perspectivas sobre los sonidos del cosmos

Entre los principales autores que han popularizado estas teorías se encuentran:

- Camille Flammarion (1842-1925): el astrónomo francés formuló la posibilidad de que los planetas emitieran sonidos en su libro *Les merveilles célestes*⁷⁴ todavía en la segunda mitad del siglo XIX.
- Carl Sagan (1934-1996): logró popularizar estas teorías gracias a la enorme difusión de su serie de televisión Cosmos en los años 80 del siglo pasado. Empleó sonificaciones de datos científicos para crear composiciones musicales e ilustrar así la armonía del cosmos.
- Arthur C. Clarke (1917-2001): autor de ciencia ficción escribió sobre los sonidos del espacio en varias de sus obras, incluyendo la novela *2001: A Space Odyssey* en 1968.
- Michio Kaku (1947): físico teórico que escribió sobre la posibilidad de *escuchar* el Big Bang y otros eventos cósmicos, al igual que Sagan, utilizando sonificaciones basadas en datos científicos.

Investigaciones científicas sobre el origen del sonido de los astros

A principios del siglo XX, con la generalización del acceso a la tecnología de la radio, los científicos se propusieron buscar ondas de este espectro provenientes de los astros. Aunque se detectaron algunas señales, no se pudo determinar si estas provenían de fenómenos naturales o, por el contrario, eran de origen humano.

En las últimas décadas, los avances en la tecnología espacial han permitido a la ciencia detectar sonidos provenientes del Sol, las magnetosferas planetarias e incluso de exoplanetas. Estos sonidos nos brindan nueva información sobre la naturaleza de estos objetos y los procesos físicos que se producen en ellos.

⁷⁴ Flammarion C. (1865) *Les merveilles célestes : lectures du soir*. París: Librairie de L. Hachette et Cie.

Se han utilizado diferentes técnicas e instrumentos para detectar, analizar e interpretar las ondas sonoras que llegan a la Tierra desde el espacio, incluyendo radiotelescopios⁷⁵, micrófonos⁷⁶ y sondas espaciales⁷⁷.

Estas investigaciones han permitido descubrir una gran variedad de datos y sonidos procedentes del espacio, como:

- Las emisiones de radio de los púlsares: estos objetos rotatorios emiten pulsos de radiación que pueden ser sonificados para crear sonidos audibles.
- Las ondas de plasma: se generan en el material plasmático que rodea a planetas y estrellas, y que pueden producir sonidos similares a los truenos.
- Las vibraciones del espacio-tiempo: se cree que eventos como la fusión de agujeros negros podrían generar vibraciones en el espacio-tiempo que podrían producir sonido. Incluso cuando *cae* en ellos la materia.
- Vibraciones: estrellas, planetas y satélites vibran debido a diversos factores, como su rotación, su actividad magnética y la interacción con otros cuerpos celestes. Estas vibraciones generan ondas sísmicas que pueden ser detectadas y estudiadas.
- Magnetosfera: los astros con campos magnéticos fuertes, como Júpiter y Saturno, producen auroras que generan sonidos en forma de radioondas.
- Colisiones: entre asteroides, cometas y otros cuerpos celestes puede generar ondas de choque que producen sonidos de baja frecuencia.

Ilustración

Jean Philippe Rameau

Otro intento de rescatar la antigua MEE lo encontramos en Jean Philippe Rameau que completo esta búsqueda recurriendo en una primera etapa a la física de Descartes, y en una segunda etapa a la física newtoniana. En su segundo tratado “*Nuevo sistema de música teórica*” de 1725 y más concretamente en su tercer tratado “*Generación armónica*” de 1737⁷⁸, Rameau pasa a un sistema de interpretación de carácter newtoniano de atracción gravitacional, formado por tres elementos, añadiendo a la nota tónica y

⁷⁵ Capaces de detectar ondas de radio emitidas por objetos celestes, como púlsares y agujeros negros.

⁷⁶ Colocados en la atmósfera superior y en el espacio exterior para detectar sonidos de baja frecuencia provenientes del espacio

⁷⁷ Dotadas de instrumentos para medir las ondas de plasma y otras vibraciones en el espacio.

⁷⁸ Rameau, J.-P. (1722). *Traité de l'harmonie réduite à ses principes naturels*. Imprimerie Royale.

dominante-tónica, el subdominante (sous-dominante).

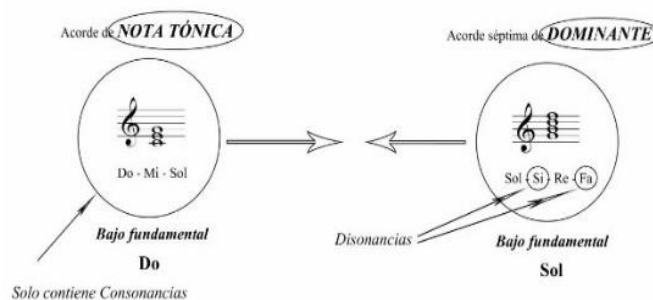
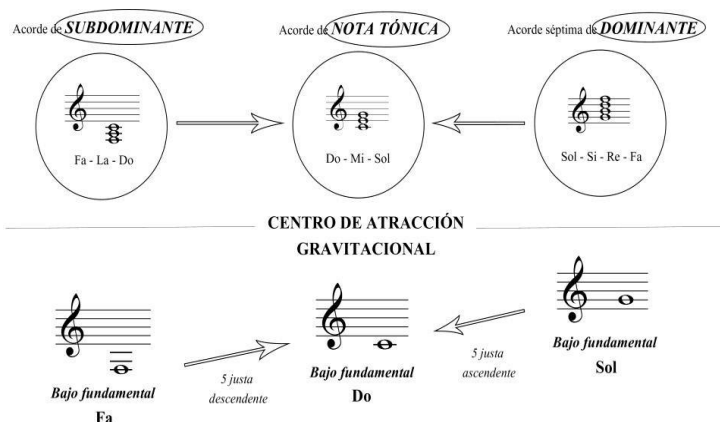


Ilustración 12. Teoría musical de Rameau en su primera etapa.



Tal y como se ha comentado en la introducción, J.P. Rameau utilizó la ley de gravitación universal de Newton para explicar los fenómenos musicales, en su tratado Nuevo sistema de música teórica de 1725 y más perfectamente en su tercer tratado Generación armónica de 1737, pasa a otro de carácter newtoniano de atracción gravitacional, desarrollado por tres elementos, añadiendo a la nota tónica y dominante-tónica, el subdominante (sous-dominante). Y en esta sucesión de ideas se explicitan las dos premisas de la intuición de la MEE, que hay algo musical en el cosmos, y “que hay algo del cosmos en la música”. Con la introducción de este concepto que aparece por primera vez en el Nuevo, e l acorde [Fa-La-Do] que se crea a partir del bajo fundamental que se encuentra a una distancia de quinta descendente del sonido fundamental Fa, nos encontramos con dos acordes que gravitan alrededor del acorde de tónica, uno a distancia de quinta ascendente, dominante-tónica [Sol-Si-Re-Fa], y el otro, a distancia de quinta descendente, subdominante, funcionando el acorde formado sobre la nota tónica [Do-Mi-Sol] como un centro de atracción para los otros dos acordes, ejerciendo una acción a distancia, en paralelo a la acción a distancia que ejercen los astros tal como describe la ley de gravitación universal. Quizás por esta idea en los manuales de armonía hasta la actualidad se sigue definiendo el primer grado de una tonalidad como un centro de gravedad para los otros grados.

Como anotaciones interesantes a consultar, cabe destacar:

- **Pitágoras:** “Los planetas giran en círculos armónicos alrededor del Sol, produciendo una música celestial que sólo pueden escuchar los dioses y los seres puros.” (Fuente: no atribuible)
- **Platón:** “El alma del mundo es una música que resuena en las esferas celestes.” (Fuente: “La República”, Libro X)
- **Aristóteles:** “Los movimientos de los planetas son como las notas de una lira, y el universo es como una gran sinfonía.” (Fuente: “De Caelo”, Libro II)
- **San Agustín:** “La música celestial es una metáfora del orden divino y la armonía del cosmos.” (Fuente: “La Ciudad de Dios”, Libro X)
- **Dante Alighieri:** “En el cielo, oí una música celestial que sólo puede ser comprendida por aquellos que han experimentado la beatitud divina.” (Fuente: “La Divina Comedia”, Paradiso, Canto XIV)

Giuseppe Tartini

Virtuoso violinista y compositor italiano del Barroco, es una figura fascinante en la historia de la música. Aunque no es tan conocido por sus teorías cosmológicas como otros músicos de su época, su vida y obra están marcadas por una profunda conexión con la música y el misterio.

La historia más famosa asociada a Tartini es la del “*Trino del Diablo*”. Según cuenta la leyenda, Tartini soñó que el



diablo se le apareció y le tocó una sonata tan maravillosa que lo dejó sin aliento. Al despertar, intentó reproducir lo que había escuchado, pero solo pudo componer una pequeña parte de lo que había oído en su sueño. Esta sonata, que se convirtió en una de sus obras más conocidas, refleja la creencia de Tartini en la inspiración divina y en la posibilidad de que la música pudiera ser una revelación de una realidad superior.⁷⁹

⁷⁹ Walker, D. P. (1996). *Spiritual and Demonic Music: From the Medieval Church to Contemporary Culture*. Oxford University Press. Este libro explora la relación entre la música y lo sagrado a lo largo de la historia, lo que puede proporcionar un marco para analizar la dimensión espiritual de la música de Tartini.

Aunque Tartini no escribió extensamente sobre la *MEE*, su obra sugiere una profunda creencia en la música como un lenguaje universal capaz de expresar emociones y conectar con algo más allá de la experiencia humana.

Fue también un innovador teórico musical. Estudió la acústica y la física del sonido, buscando comprender los principios que regían la producción y la percepción musical. Sus investigaciones lo llevaron a desarrollar nuevas técnicas para tocar el violín y a componer obras de una complejidad y belleza sin precedentes.

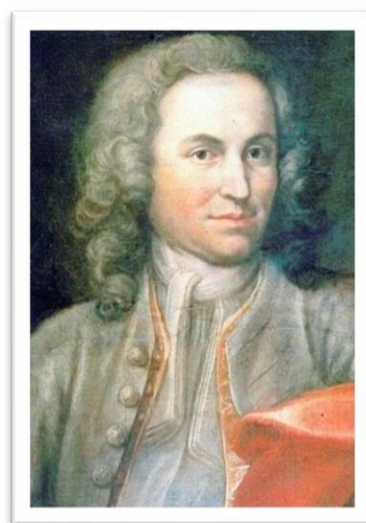
Isaac Rice

Es un nombre que, a diferencia de los grandes pensadores y músicos del pasado que hemos explorado, no suele asociarse de inmediato con la antigua idea de la *MEE*. Sin embargo, su inclusión en compilaciones como *Armonía de las esferas* de Joscelyn Godwin sugiere una conexión más profunda con esta tradición de lo que inicialmente podría parecer.

La inclusión de Rice en obras como la de Godwin se debe a su interés en explorar las conexiones entre la música, la ciencia y la espiritualidad. Aunque su enfoque es más moderno y menos arraigado en las tradiciones herméticas y alquímicas de figuras como Robert Fludd o Athanasius Kircher, Rice comparte con ellos una fascinación por la armonía universal y el poder de la música para revelar las verdades más profundas del cosmos.

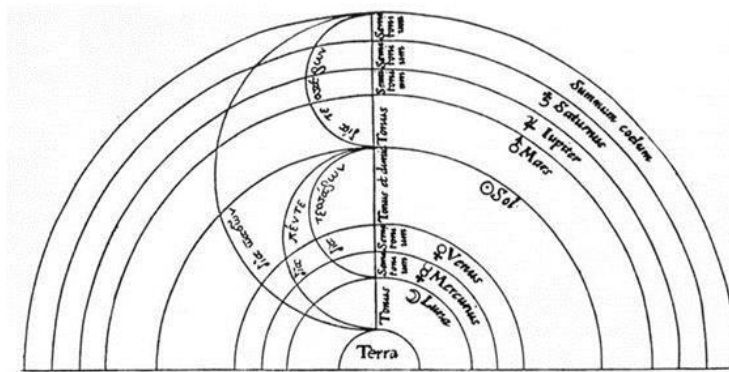
Rice, a diferencia de los pensadores renacentistas y barrocos, no buscaba descifrar los códigos de una sinfonía celestial literal. Más bien, estaba interesado en explorar las implicaciones filosóficas y psicológicas de la música y su capacidad para evocar estados de conciencia alterados y experiencias místicas.⁸⁰

La inclusión de Isaac Rice en una obra como *Armonía de las esferas* sirve como un puente entre las antiguas tradiciones y las exploraciones contemporáneas de la música y la espiritualidad. Su trabajo muestra cómo ideas antiguas pueden ser reinterpretadas y actualizadas para dar lugar a nuevas formas de conocimiento y experiencia.



⁸⁰ Godwin, J. (1993). *Harmonies of the World: A New Atlas of Music*. Thames and Hudson. Esta obra ofrece un panorama general de la historia de la idea de la *MEE* y la inclusión de Rice en este contexto.

Anexo II. Ilustraciones adicionales.



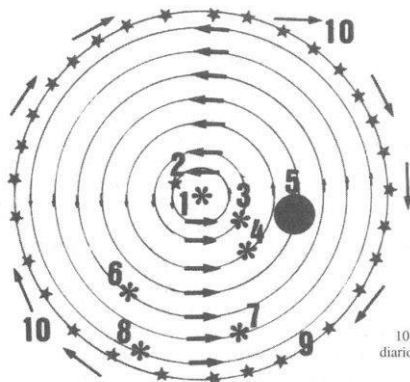
From Stanley's *The History of Philosophy*.

THE INTERVALS AND HARMONIES OF THE SPHERES.

In the Pythagorean concept of the music of the spheres, the interval between the earth and the sphere of the fixed stars was considered to be a diapason—the most perfect harmonic interval. The following arrangement is most generally accepted for the musical intervals of the planets between the earth and the sphere of the fixed stars: From the sphere of the earth to the sphere of the moon, one tone; from the sphere of the moon to that of Mercury, one-half tone; from Mercury to Venus, one-half tone; from Venus to the sun, one and one-half tones; from the sun to Mars, one tone; from Mars to Jupiter, one-half tone; from Jupiter to Saturn, one-half tone; from Saturn to the fixed stars, one-half tone. The sum of these intervals equals the six whole tones of the octave.

Ilustración 13. Intervalos y Armonías de las Esferas, Stanley.

1. Tierra
2. Luna
3. Mercurio
4. Venus
5. Sol
6. Marte



EL UNIVERSO ARISTOTÉLICO.

Ilustración 15. Modelo Aristotélico del Cosmos.

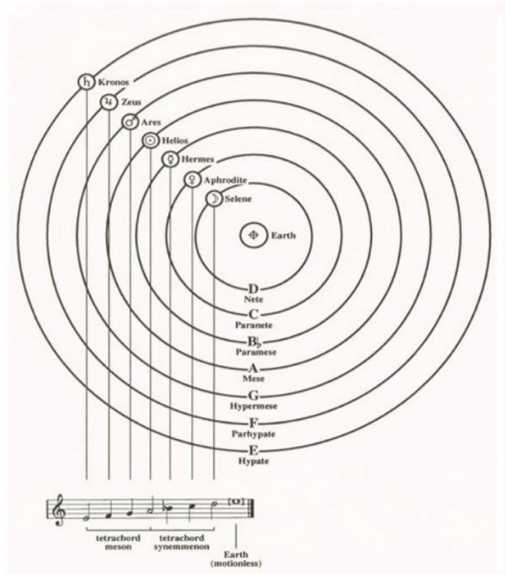


Ilustración 15. Asignación nota-cuerpo celeste, Plinio el viejo.

Ilustración 16. *Ptolomeo*
Quintiliano.



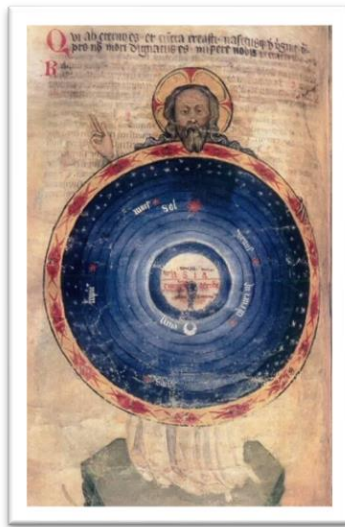


Ilustración 17. Modelo de John Scotus Eriugena.



Ilustración 18. Análisis de Ramos de Pareja.

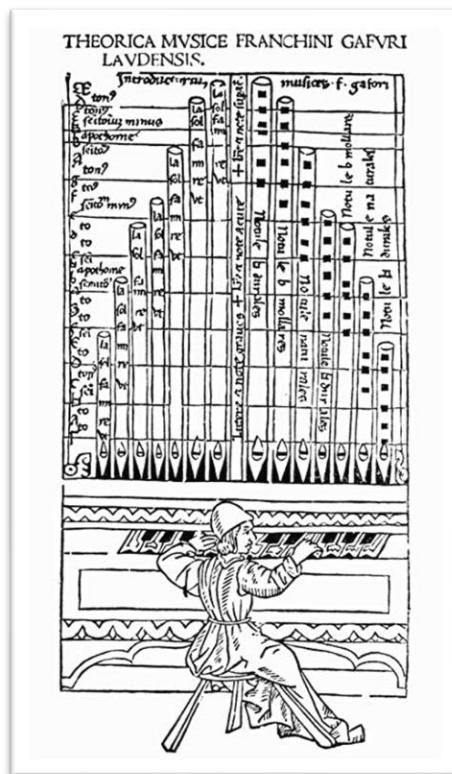


Ilustración 19. Propuesta de Gafurio.

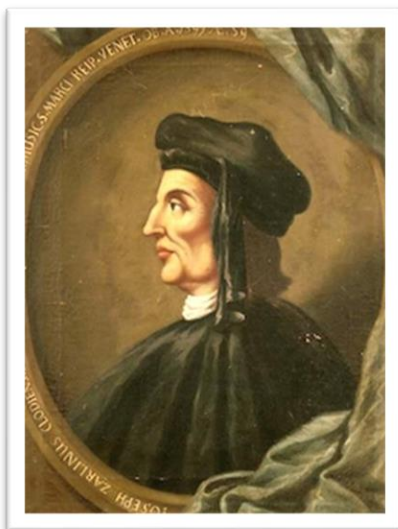


Ilustración 21. Henricus Glareanus.

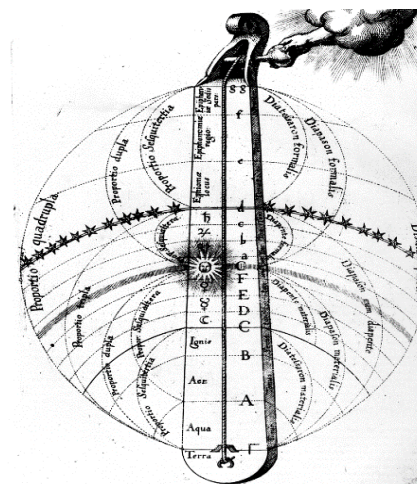


Ilustración 20. Visión de Fludd.

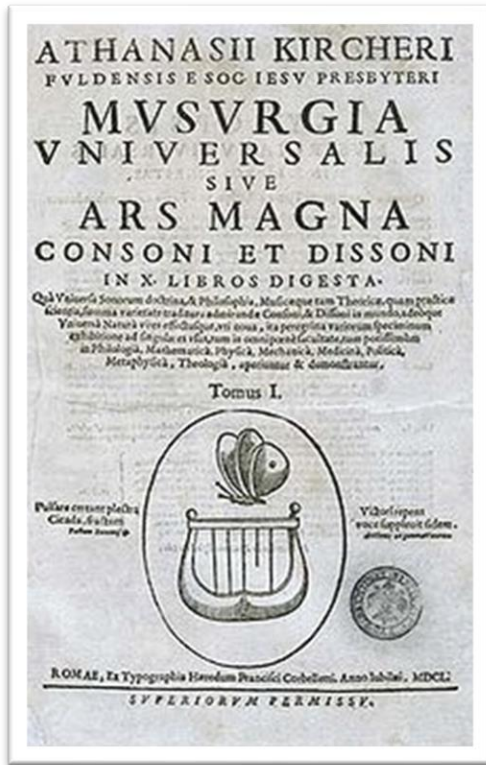


Ilustración 22. Kircher, portada de *Musurgia universalis*.

Anexo III. Breve reseña biográfica

Hasta la aparición de Harmonices Mundi.

Nació⁸¹ en un pequeño pueblo alemán cercano a Stuttgart, en el seno de una familia arraigada al luteranismo. Su padre, Heinrich Kepler, fue, según Johannes, “un soldado corrupto, rudo y camorrista”⁸² que abandonó a su familia en numerosas ocasiones aliándose con mercenarios que luchaban contra la revuelta protestante en Holanda, donde se cree que murió. Vivió con su madre, Katherine en la taberna de su abuelo, donde fue puesto a servir mesas. Padecía miopía y diplopía, se cree que a consecuencia de la viruela. Su madre fue relacionada con la brujería y se vio obligado a salir en su defensa ante los tribunales. A pesar de todo, obtuvo una beca destinada a niños desfavorecidos residentes en la provincia de Suabia y acudió a la escuela de Leonberg antes de pasar a otro centro donde aprendió latín. En diversas ocasiones era degradado por sus compañeros, que le consideraban un *sabelotodo*, en buena medida para escapar de esto, se decidió a continuar a estudios religiosos. A los 17 años llega a la Universidad de Tubinga, en la que entra en contacto con Michael Maestlin, el cual conservaba un ejemplar del libro *De revolutionibus*, en el que Copérnico había expuesto la teoría heliocéntrica del Sistema Solar, siendo este su primer acercamiento con la Astronomía. La fascinación por esta disciplina le acompañaría de por vida. En 1594 pasa a formar parte de la Academia de Graz como catedrático de matemáticas, dedicándose al estudio de la astronomía y, sobre todo, de las ideas de Copérnico. Comienza así su búsqueda vital de la *Armonía del Universo*, abandonando su carrera sacerdotal, aunque no su profunda religiosidad.

Un año más tarde ve la luz su tratado *Mysterium Cosmographicum*⁸³. En la que establece una relación entre los cinco sólidos platónicos y las órbitas de los planetas, proponiendo que los primeros pueden ser inscritos uno dentro del otro, formando esferas que representan las órbitas de los seis planetas conocidos en ese momento – Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Esta teoría, aunque finalmente resultó incorrecta, supuso un paso importante en la comprensión de la estructura del sistema solar.

⁸¹ Weil der Stadt, 72 de diciembre de 1571 – Ratisbona, 15 de noviembre de 1530.

⁸² Battaner López, E. (2012). *Kepler. El movimiento planetario. Bailando con las estrellas*. RBA, Grandes Ideas de la Ciencia, p. 22.

⁸³ Kepler, J. (1596) *Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum...* Tubinga: excudebat Georgius Gruppenbachius, 1596

Gracias a la lectura de la obra, Tycho Brahe propone viajar a Praga para colaborar con él para interpretar sus hallazgos acerca de la órbita marciana. Brahe, como observador astronómico, consagró muchos años de su vida a catalogar y medir cuerpos celestes, pero carecía de las aptitudes matemáticas y analíticas que acababa de reconocer en Johannes. Solo un año más tarde Brahe fallece y Kepler ocupa su cargo como astrónomo y matemático del emperador Rodolfo II. Es entonces cuando publica *Astronomia Nova*⁸⁴, y describe un modelo planetario tras analizar las medidas tomadas por Brahe sobre la trayectoria de Marte. Kepler denominará a este periodo “la guerra contra Marte”. Concluye que el centro del universo es el Sol y los planetas giran a su alrededor describiendo una trayectoria elíptica. A pesar de las dificultades consiguió dar sentido a los datos de Brahe dando credibilidad al modelo heliocéntrico copernicano definido por dos leyes; la de las órbitas elípticas y la de las áreas, en las que no vamos a profundizar.⁸⁵

Tras las revueltas religiosas en Praga se traslada a Linz publicando allí *De Harmonice Mundi*. En esta serie de cinco libros, extendió su teoría de la armonía a la música, la astrología, la geometría y la astronomía. Además de postular su tercera ley de los movimientos planetarios, que unos sesenta años más tarde inspiraría a Isaac Newton, quien establecería que los cubos de las distancias medias de los planetas al Sol son proporcionales a los cuadrados de sus períodos de revolución⁸⁶.

Tras Harmonices Mundi.

Desencadenándose la Guerra de los treinta años (1618-1648). Se traslada a Sagan y concluye allí *Somnium seu Astronomia Lunari (Sueño de la Luna)* que es un diálogo imaginario con un demonio concededor del universo que explica al protagonista cómo podría viajar a la Luna.

Se traslada a la ciudad de Ulm en la que publica su última obra *Tabulae Rudolphinae* (1627), y en la que logró predecir tránsitos del Sol por Mercurio y Venus.

⁸⁴ Para una traducción comentada en inglés del original de 1609 véase Kepler, J (1992) *New Astronomy*. Cambridge: Cambridge University Press.

⁸⁵ Bretos Linaza, J. (2000). “Kepler, el último nexo de unión entre música y astronomía”. *Musiker*, 12, 147-159.

⁸⁶ Battaner López, E. (2012). *Kepler. El movimiento planetario. Bailando con las estrellas*. RBA, Grandes Ideas de la Ciencia, 35-40 y 65-66.

Kepler era un hombre profundamente religioso. Razonaba sus continuos estudios de las propiedades del universo como un desempeño de su obligación como cristiano de entender el mundo que Dios había instaurado.

A menudo publicaba calendarios de horóscopos y astrología debido a su escaso nivel adquisitivo, lo que le permitió adquirir cierta popularidad e incluso un cierto prestigio, ya que sus predicciones resultaban ser *ciertas*. Kepler dijo de la astrología que era la “hija pequeña y alocada de la Astronomía”, indicó que “si alguna vez los astrólogos aciertan”, “se debe atribuir a la suerte”. Kepler nunca dejó de recurrir a la astrología cuando el dinero le escaseaba, circunstancia que fue frecuente en su vida, nunca abandonó la esperanza de descubrir algo de ciencia verdadera en ella. Además, sufrió la muerte temprana de varios de sus hijos, hecho demasiado frecuente en una época en la que las infecciones carecían de cura y afectaban especialmente a los niños.

Hombre apasionado del orden cósmico y la armonía estética, y todo lo que descubrió estuvo inseparablemente ligado con su visión de Dios. En su epitafio, que él mismo escribió, dice: “Medí los cielos; ahora mediré las sombras de la tierra. Mi alma era del cielo, pero la sombra de mi cuerpo reposa aquí”.

En 1630 partió hacia Ratisbona, donde esperaba cobrar los intereses de algunos bonos que poseía y algún otro bien que se le debía. Falleciendo el 15 de noviembre de 1630.

[...] Para determinar una vida novelesca con un fin novelesco, sus amigos los astros vinieron al sepelio del astrónomo. En efecto, el día de su muerte hubo una caída de ‘bolas de fuego’, una lluvia de meteoritos especialmente deslumbrante. Y al día siguiente hubo un eclipse de Luna. Algunos tomarían estas señales como un manifiesto de los cielos en honor de quien tanto los estudió en vida. En todo caso fue una caída de telón apropiada y merecida para el drama de la vida de un admirable astrónomo”.⁸⁷

⁸⁷ Battaner, J. (2012). *La música de las esferas*, p. 154.

Anexo. IV. Una introducción histórica: Desde la Antigüedad Clásica hasta el Renacimiento y Barroco

La armonía de las esferas es una antigua teoría de origen pitagórico, basada en la idea de que el universo está regido según proporciones numéricas armoniosas y que el movimiento de los cuerpos celestes — Sol, Luna y planetas — se caracteriza por sus proporciones musicales en las cuales las distancias entre ellos correspondería a intervalos musicales.

El término *Harmonia tou kosmou* se traduce como «armonía del cosmos» o «música universal». En este contexto, la palabra armonía se debe entender como *buenas proporciones entre las partes y el todo*, en un sentido no sólo matemático sino también esotérico conforme a las creencias de los pitagóricos. Así, por ejemplo, Filolao afirma que: “La armonía sólo nace de la conciliación de contrarios, pues la armonía es unificación de muchos términos que se hallan en confusión y acuerdo entre elementos discordantes”.⁸⁸ La palabra música (*mousikê*) hace referencia al «arte de la Musas» y «Apolo», es decir, a la cultura del espíritu artístico o científico.

Por otro lado, el término «esferas» tiene un origen aristotélico y designa la zona de influencia de un planeta⁸⁹. La teoría pitagórica de la armonía de las esferas está documentada en numerosos textos antiguos desde Platón⁹⁰ y especialmente en Aristóteles⁹¹. Como veremos, esta teoría continuó ejerciendo influencia en grandes pensadores y humanistas hasta el final del Renacimiento.

En este rápido repaso de los principales autores relacionado con nuestro tema partiremos en sentido cronológico para detenernos en el Barroco por cuestiones de espacio. Sin embargo, ante la necesidad de ilustrar la herencia recibida de la armonía de las esferas en nuestra cultura musical, se añaden las aportaciones posteriores a esta época en el apartado correspondiente del Anexo I.

⁸⁸ Véase Diels-Kranz, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Berlin 1952 (s. i.), 1951, 44B10

⁸⁹ Aristóteles (1996). *Acerca del cielo*. Biblioteca Clásica Gredos. Miguel Candel (trad.). Madrid: Gredos. ISBN 8424918312.

⁹⁰ *La República*, 530d y 617b; Critón, 405c

⁹¹ Aristóteles (1996). *Acerca del cielo*, 290b12

Antigüedad

Platón⁹²

En 387 a.C. fundó la *Academia de Atenas*, a la que Aristóteles acudiría desde Estagira. Según Platón, la Tierra era una esfera que descansaba en el centro del universo. Las estrellas y planetas giraban alrededor de ella describiendo círculos celestiales, ordenados de la siguiente manera (desde el centro hacia afuera): Luna, Sol, Venus, Mercurio, Marte, Júpiter, Saturno y las estrellas fijas.

Son numerosas las referencias a la música en la obra platónica. En *República* se la vincula claramente a la formación ética, al programa educativo que deberían seguir los guardianes. En obras como el *Timeo*⁹³, concibe el cosmos como un organismo vivo regido por principios matemáticos y armónicos. En su modelo, el alma del mundo, al seguir un diseño con proporciones musicales, establece una conexión profunda entre el orden cósmico y la belleza musical.

Plinio el Viejo⁹⁴

Recoge en su *Historia Natural* una recopilación del saber científico de su época. Allí menciona la incapacidad del oído humano en un marco de profundo escepticismo y afirma que:

“Si el sonido de esa inmensa masa que gira vertiginosamente en rotación incesante es tan alto como para exceder la capacidad del oído, no lo puedo decir fácilmente; como tampoco, por Hércules, que, si hay al mismo tiempo un tintineo de las estrellas cuando dan vueltas con ella, girando en sus órbitas, sea ésa una música dulce de increíble belleza. Para nosotros, que vivimos en él, el mundo se desliza silenciosamente día y noche”⁹⁵

Plinio relaciona la producción de la música celeste con las distancias, como si se tratase de la extensión de cuerdas desde la Tierra hacia la esfera de cada planeta.⁹⁶

⁹² Πλάτων, 427 a.C.-347 a.C.

⁹³ Platón (2010) *Timeo*. Edición bilingüe – notas a la traducción y anexos de Luc Brisson. Madrid: Abada Editores, ISBN:9788496775916.

⁹⁴ Cayo Plinio Cecilio Segundo, Como, 23/24 – Stabiae, 79 d.C. Comandante naval, autor y naturalista, su *Naturalis Historia* publicada en el 77 d.C. constituye en adelante un modelo editorial enciclopédico.

⁹⁵ Godwin, J. (2009) *Armonía de las esferas: un libro de consulta sobre la tradición pitagórica en la música*. Atalanta. p. 48.

⁹⁶ Plinio (2003) *Historia Natural*. E. del Barrio y I. García (trad. y notas). Gredos, p. 175 (II, III).

El simbolismo de las teorías pitagóricas que aquí se ofrece es, sin embargo, bastante claro el Sol es equidistante de la Tierra y las estrellas, ya se calculen las distancias como 378.000 estadios o como una quinta musical.⁹⁷

Claudio Ptolomeo⁹⁸

En su obra *Harmónicos*, construyó conexiones entre los intervalos musicales y las proporciones numéricas. Extrapolando estas ideas al cosmos, sugirió que los movimientos planetarios generaban sonidos armónicos, aunque estos estaban más allá del alcance del oído humano.

Las proporciones numéricas y los intervalos musicales se convirtieron en los pilares de la teoría musical occidental. Compositores de todas las épocas han utilizado estos principios para construir escalas, acordes y melodías. Desde la música medieval hasta la contemporánea, muchos artistas han buscado expresar la armonía cósmica en sus obras.

Buenos ejemplos de ello son Gustav Holst en su suite orquestal *Los planetas* y J. Kepler en sus composiciones inspiradas en las ideas de Ptolomeo, pero incluso la música minimalista, a menudo busca expresar una sensación de orden y repetición que recuerda a estos patrones cósmicos. Hay que mencionar la influencia de la teoría musical de Ptolomeo en la música gregoriana y modal de la Edad Media. Los modos musicales, basados en escalas e intervalos específicos, se relacionaban con las diferentes esferas celestiales. Esta estela resurge en el Renacimiento en Josquin Desprez y Giovanni Pierluigi da Palestrina quienes emplearon las proporciones numéricas y los intervalos musicales descritos por Ptolomeo para crear obras de una gran belleza y complejidad. Pero también en la era moderna con Olivier Messiaen y Karlheinz Stockhausen en su personal exploración de las conexiones entre música y cosmos de formas innovadoras, utilizando técnicas como serialismo y la música electrónica para crear sonidos que parecen emanar de otro mundo.⁹⁹

⁹⁷ *Op. Cit.* X, IX.

⁹⁸ 100 d.C. - Canopo, ca. 170 d.C.

⁹⁹ Véase por ejemplo Haar, J. (1974). *Musica mundana*. Harvard University Press.

Arístides Quintiliano¹⁰⁰

Su obra, *Sobre la Música*¹⁰¹, es una de las fuentes más completas acerca de la teoría musical de la Antigüedad clásica. En ella se recopilan y sintetizan las diversas corrientes musicales coetáneas, incluyendo la tradición pitagórica-platónica de la MEE. Al igual que Platón, estaba convencido de la existencia de una armonía cósmica que subyacía a todo el universo. Los cuerpos celestes, al desplazarse con sus órbitas perfectas, producían sonidos que, al combinarse, generaban una música divina e inaudita para el oído humano. Esta armonía cósmica era considerada la expresión más pura del orden y la belleza. En su tratado explora las implicaciones filosóficas y cosmológicas de esta idea. Para él, la música no era solo un arte, sino una disciplina que permitía comprender la naturaleza del universo y la relación del ser humano con el cosmos. Se trata de una obra fundamental para comprender la evolución de la teoría musical desde la Antigüedad hasta la Edad Media. Su enfoque enciclopédico, que abarca desde la historia de la música hasta la acústica y la estética musical, lo convierte en una figura clave en la historia del pensamiento musical.

Edad Media**Anicio Manlio Torcuato Severino Boecio**¹⁰²

Nuestra cultura mantiene una gran deuda intelectual con este autor por su importante labor de transmisión del conocimiento griego a la Edad Media. En nuestro caso, la obra *De Institutione Musica*¹⁰³ – supuestamente basada en la obra perdida de Nicomachus de Gerasa y la *Harmonica* de Ptolomeo – ejerció una profunda influencia en la concepción de la música durante siglos. Una de las ideas más intrigantes exploradas por Boecio es la MEE. En su modelo clasificó la música en tres tipos¹⁰⁴:

- **Música mundana:** la que emana del cosmos, la armonía de las esferas celestes. En su opinión los movimientos planetarios generan sonidos que, aunque inaudibles al oído humano, crean una sinfonía perfecta. Como en muchos autores anteriores y posteriores, esta idea se basa en la creencia de que el universo está gobernado por

¹⁰⁰ Ἀριστείδης Κοῖντιλιανός, de origen griego se estima que vivió hacia finales del siglo II d.C.

¹⁰¹ Quintiliano, A. (1996). *Sobre la música*. (L. Colomer & B. Gil, Trads.). Madrid: Gredos.

¹⁰² Roma, ca. 480 – Pavía, 524/525.

¹⁰³ Para una edición revisada y comentada en castellano véase Boecio (2009). *Sobre El Fundamento De La Música. Cinco Libros*. Madrid: Editorial Gredos, Colección Biblioteca Clásica.

¹⁰⁴ Correia, M. A. (2020). “La antropología de Boecio en el *De Institutione Musica* y el *Contra Eutychem*”. *Revista de Filosofía*, 45 (1): 121-140. DOI: <https://doi.org/10.5209/resf.61385>.

proporciones numéricas y que estas proporciones se manifiestan tanto en la música como en la astronomía.

- **Música humana:** Se refiere a la armonía interior del alma, la música que surge de emociones y pensamientos.
- **Música instrumental:** producida por instrumentos musicales, el tipo menos valorado por Boecio, quien consideraba que la verdadera música era la que se encontraba en la contemplación de las proporciones y las relaciones numéricas.

Las ideas de Boecio sobre la música alcanzaron un impacto duradero en la música occidental. Sistematizó la teoría musical griega conocida en su época, estableciendo una base para el desarrollo de la teoría musical medieval y, posteriormente, renacentista. La música, al ser una manifestación de las proporciones cósmicas, será una forma de conocer el orden divino y alcanzar la perfección espiritual. Las proporciones numéricas, fundamentales en la teoría musical de Pitágoras y Boecio, se utilizaron para construir escalas, acordes y melodías. Estas proporciones se consideraban como una expresión de la armonía universal.

Más allá de la Edad Media, compositores posteriores continuaron explorando sus ideas y la *MEE*. Así, durante el Barroco Johann Sebastián Bach, a través de su exploración de la armonía y el contrapunto, mostraron una profunda comprensión de los principios teóricos establecidos por Boecio. En el Romanticismo, Richard Wagner, en sus óperas, buscó crear una música total que abarcara todos los aspectos de la experiencia humana, incluyendo la conexión con el cosmos.

Encontramos otros ejemplos de esta herencia en los modos gregorianos, relacionados directamente con las esferas celestiales y que expresan una profunda espiritualidad. La música trovadoresca, en sus canciones de amor y de gesta, utilizaban la música para explorar temas universales como el amor, la muerte y la naturaleza, siempre en conexión con un orden cósmico más amplio.

John Scotus Eriugena ¹⁰⁵

Filósofo irlandés del siglo IX y figura clave en el Renacimiento Carolingio. Su obra, marcada por una profunda influencia neoplatónica, exploró una amplia gama de temas

¹⁰⁵ Irlanda, Ca. 800 – Wessex o , 877.

entre la teología y la cosmología. Una de las ideas más fascinantes que desarrolló fue la conexión entre la música y el cosmos. Veía la música como un reflejo del orden divino que subyace en toda la creación. Para él, las esferas celestes, en su movimiento eterno, producían una armonía celestial, una música inaudible para los oídos humanos, pero perceptible para el intelecto. Esta concepción de la *MEE* hunde sus raíces en la filosofía griega, pero Eriugena le dio una nueva dimensión al vincularla con su teología neoplatónica.

La música, con sus patrones rítmicos y melódicos, representa el orden y la armonía que gobiernan el universo. Los diferentes instrumentos y notas musicales reflejan la jerarquía cósmica, con Dios como la fuente de toda armonía. La música celestial, aunque inaudible, es una revelación de la belleza y la perfección divinas¹⁰⁶. Cada esfera celestial está asociada a un planeta y a una nota musical específica. El movimiento de estas esferas produce una sinfonía cósmica que expresa la unidad y la diversidad del universo. La Tierra ocupa un lugar central en el universo de Eriugena. Sin embargo, esta Tierra no es un lugar estático, sino que participa en la danza cósmica. Alrededor de la Tierra giran las esferas de la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno y las estrellas fijas. Cada esfera tiene su propia velocidad y produce un sonido único. La combinación de todos estos sonidos crea una armonía celestial que refleja la perfección divina.

The Ikhwan Al-Safa ¹⁰⁷

Los Ikhwan al-Safa o *Hermanos de la Pureza* fueron un grupo de filósofos y científicos islámicos que florecieron en el siglo X. Conocidos por su enciclopedia, la *Rasail Ikhwan al-Safa* (*Epístolas de los Hermanos de la Pureza*), estos pensadores elaboraron una síntesis fascinante de diversas tradiciones filosóficas, científicas y religiosas en las que adoptaron la idea de la *MEE* señalando que los cuerpos celestes en su movimiento eterno emiten sonidos armoniosos y, al combinarse, crean una sinfonía cósmica inaudible para el oído. Cada planeta se asocia a un sonido específico, y la combinación de estos sonidos produce una *melodía divina*. Esta música cósmica, además de ser una expresión de la belleza divina, también influye en los fenómenos naturales y en la vida de los seres humanos. La idea de la *MEE* en los Ikhwan al-Safa está profundamente arraigada en la filosofía neoplatónica, que influyó significativamente en su pensamiento. La música era

¹⁰⁶ Véase por ejemplo Stace, W.T. (1982). *Mysticism and Philosophy: A Study in the Eternal Problem*. Constable.

¹⁰⁷ Activos principalmente en Iraq en los siglos IX o X d.C.

más que un simple sonido; se trata de un lenguaje universal que revela el orden y la armonía del cosmos¹⁰⁸. A través de ella, los humanos podemos establecer una conexión más profunda con el mundo divino y comprender los misterios del universo. Estas ideas sobre la *MEE* alcanzaron una gran influencia sobre el pensamiento islámico medieval.

Al-Hasan Al-Katib

Destacado filósofo de la música islámica y sufí que vivió en Egipto durante el siglo XI. Su obra más destacada es el tratado *Kamal adab al-gina (la perfección de los conocimientos musicales)*. Este texto se considera una enciclopedia de la música de su tiempo, y ha sido de gran importancia para la comprensión de la teoría y la práctica musicales en el mundo árabe medieval. En él, el autor sistematiza la teoría musical – modos, ritmos, instrumentos y técnicas vocales –, relatando la historia de la música islámica, la filosofía de la música –reflexiona especialmente sobre el poder de la música para expresar emociones, conectar con la divinidad y transformar la sociedad– y, por último, el incluye numerosos ejemplos musicales y ejercicios prácticos para músicos. Contribuyó de manera fundamental a la preservación y desarrollo de la música árabe convirtiéndose su obra es un testimonio de la riqueza y la complejidad de la cultura musical.¹⁰⁹

Renacimiento y Barroco

Marsilio Ficino¹¹⁰

Filósofo neoplatónico del Renacimiento, fue uno de los principales exponentes de la teoría de la *MEE* de su época. En concordancia con las ideas platónicas, describe el universo como un organismo vivo y ordenado, donde cada elemento conecta y participa de la gran armonía. En sus escritos afirma que la *MEE* es la expresión más sublime de esta armonía cósmica y, al ser el alma humana parte del universo, tenía la capacidad de sintonizarse con esta música celestial a través de la contemplación filosófica y la práctica de la virtud.¹¹¹

¹⁰⁸ Véase Walker, D. P. (1996). *Spiritual and Demonic Music: From the Medieval Church to Contemporary Culture*. Oxford University Press.

¹⁰⁹ Ahmed, S. (2023). “The Influence of Al-Hasan al-Katib on Sufi Music”. *Journal of Islamic Music*, 15(2), 45-62.

¹¹⁰ Nacido y fallecido en Florencia, 19 de octubre de 1433 – 1 de octubre de 1499. Clérigo, filólogo, médico, filósofo y figura clave del resurgimiento del neoplatonismo. Protegido por la poderosa familia Médici, fundó la celeberrima *Academia Platónica Florentina*.

¹¹¹ Parte de estas ideas quedan sintetizadas en su *Comentario al Timeo de Platón*, para una edición revisada y comentada véase Ficino, M. (2010). *All Things Natural. Ficino on Plato's Timaeus*. Londres: Shephard Walwyn.

En definitiva, el alma podía ascender a las esferas superiores y experimentar directamente esta armonía divina empleando estos medios en los que la música era un puente entre el mundo sensible y el mundo inteligible. La música terrestre, creada por los humanos, era una *imitación imperfecta* de la música celestial¹¹², pero podía servir como un medio para elevar el alma y acercarla a lo divino.

Las ideas de Ficino sobre la *MEE* tuvieron una gran influencia en el pensamiento renacentista. Podemos mencionar a Botticelli, cuya obra *La Primavera* refleja esta visión del universo como una obra de arte.¹¹³

Francisco de Salinas¹¹⁴

Destacado compositor y teórico de la música del Renacimiento, fue uno de los principales exponentes de la teoría de la *MEE* en la península ibérica. Aunque no desarrolló esta teoría de manera extensa como Marsilio Ficino, sus escritos y composiciones reflejan una profunda fascinación por la conexión entre la música, el cosmos y la filosofía platónica. Defensor de la existencia de una armonía universal que subyacía a todo el cosmos, la música, para él, era un reflejo de esta armonía divina y un medio para alcanzar la perfección espiritual.

Compartía la visión de la música como un lenguaje universal capaz de revelar las verdades más profundas del universo. A través de ella, el ser humano podía conectarse con el orden cósmico y elevar su alma. Convencido de la íntima relación entre música y matemáticas, en su visión, las proporciones numéricas que regían la música eran solo una manifestación de las mismas proporciones que gobernaban el universo.¹¹⁵

Interesado por la astrología, afirmaba que los astros influían tanto en la naturaleza humana como en los acontecimientos terrestres. La música, al estar conectada con los movimientos celestes, podía ser utilizada para influir en estos procesos. Gracias a la estrecha relación con el humanismo italiano, en la España del siglo XVI, la teoría de la *MEE* gozó de gran popularidad.

¹¹² Cortés Cisneros, O.A. (2007). *Historia de la filosofía de la música Una introducción a sus antecedentes, aporías y escolios*. México: Palabra de Clío, A. C., 214-218.

¹¹³ Ficino, M. (1991) *De Vita*. Pordenone: Edizioni Biblioteca dell'Immagine, pp. 357-358.

¹¹⁴ Burgos, 1513 - Salamanca, 13 de enero de 1590.

¹¹⁵ Salinas, F. (1577). *De musica libri septem*. Salamanca: Excudebat Mathias Gastius. Para una revisión actualizada de su pensamiento musical véase García Pérez, A. (2013) "Francisco de Salinas y la teoría musical renacentista". En: *De Musica libri septem de Francisco de Salinas*. A. García Pérez y B. García-Bernalt Alonso (Eds.), Salamanca, pp. 42-92.

Bartolomé Ramos de Pareja

Teórico musical español del siglo XV, cuya obra, *Musica práctica*¹¹⁶, representó un hito en la historia de la música occidental. Aunque su trabajo se centraba en aspectos prácticos de la composición y la interpretación musicales, su pensamiento se inscribe en un contexto histórico donde la teoría de la *MEE* era una idea ampliamente difundida.

A diferencia de figuras como Marsilio Ficino o Francisco de Salinas, Ramos de Pareja no profundiza en los aspectos místicos y cosmológicos de la *MEE*. Su enfoque es mucho más pragmático y técnico. Concibe la música como una ciencia, basada en principios matemáticos y acústicos. Su interés se centra en la organización de los sonidos, en la construcción de escalas y en las reglas del contrapunto. Al mismo tiempo, reconoce el poder expresivo de la música y su capacidad para emocionar y conmover al oyente. Su búsqueda de un sistema musical perfecto, basado en proporciones numéricas, refleja la creencia en un orden cósmico subyacente a toda la realidad.¹¹⁷

Giovanni Pico della Mirandola ¹¹⁸

Profundamente influenciado por la idea de la *MEE*, su obra más famosa, el *Discurso sobre la dignidad del hombre*¹¹⁹, establece una conexión profunda entre el ser humano y el cosmos, conexión que se ve reforzada por la noción de una armonía universal. Para Pico, el universo es un organismo vivo y ordenado, donde cada elemento está interconectado y forma parte de una gran armonía. Coincide con la idea de que la *MEE* es la expresión más sublime de esta armonía cósmica.

Consideraba al ser humano un microcosmos, un pequeño universo que refleja la totalidad del cosmos. Al igual que el universo, el hombre está compuesto de cuerpo y alma, y ambas dimensiones están conectadas con la armonía universal. A través del conocimiento y la virtud, el alma humana podía ascender a las esferas superiores y experimentar directamente la armonía divina. Otorgaba al ser humano una gran libertad para elegir su

¹¹⁶ Ramos de Pareja, B. (1901) *Musica Practica*. Leipzig: Ed. Wolf.

¹¹⁷ Galán Gómez, S. (2020). “Ramos de Pareja, pensamiento musical y Reforma en la salamanca del siglo XV”. En: *Respondámosle a Concierto. Estudios en homenaje a Maricarmen Gómez Muntané*. E. Carrero y S. Zauner (Eds.) Bellatera Institut d'Estudis Medievals, UAB, 234928, pp. 127-138.

¹¹⁸ 4 de febrero de 1463 – 17 de noviembre de 1494. Noble y filósofo afamado por su defensa temprana de las ideas reformistas que se adelantan a la posterior reforma luterana.

¹¹⁹ Para una versión revisada, en inglés, véase Pico della Mirandola, G. (1956) *Oratio on the Dignity of Man*. Chicago, Henry Regnery Co.

propio destino. El hombre, según Pico, tiene la capacidad de ascender a lo divino o de descender a lo animal.

La música, en un sentido amplio, era un medio para facilitar este tránsito, un puente entre el mundo sensible y el inteligible. Al igual que Ficino, creía que la música terrestre era una *imitación imperfecta* de la música celestial, pero a la vez un instrumento de trascendencia.

Franchino Gaffurio ¹²⁰

Reconocido por sus tratados sobre armonía y contrapunto, su obra, profundamente arraigada en la tradición clásica, refleja la fascinación de su época por la relación entre la música y el cosmos.

Defendía a música como un microcosmos, un reflejo del orden y la armonía que reinaban en el universo. En su estudio de las proporciones numéricas de la música, el músico podía acercarse a comprender la estructura del cosmos¹²¹. De este modo, la matemática sería la clave para entender la música y el universo, y las proporciones que regían a ambos, idénticas. Esta aproximación a la música como medio de conocimiento de la naturaleza pretendía también alcanzar el conocimiento de Dios y contribuyó a consolidar la idea de que la música era un medio para alcanzar la perfección espiritual.

Exploró en profundidad la relación entre música y matemáticas, así como las implicaciones filosóficas de la teoría musical. Su obra más divulgada, *Theorica musicae* ¹²², está considerada un compendio de conocimientos musicales de su época, y refleja a la perfección la enorme popularidad que la teoría de la *MEE* tenía por entonces.

Henricus Glareanus ¹²³

Alcanzó notoriedad gracias a la difusión de su tratado *Dodecachordon* ¹²⁴ publicado originalmente en 1547. Aunque su obra, marcada por su erudición y fundamentación matemática, se centraba en la reforma de la teoría musical, sus escritos muestran una fuerte influencia de antiguas concepciones sobre la música, incluyendo la *MEE* y, aunque no profundizó en los aspectos más místicos de esta teoría, sí aceptó algunos de sus principios fundamentales.

¹²⁰ Lodi, 14 de enero de 1451 – Milán, 25 de junio de 1522.

¹²¹ Gaffurio, F. (1518) *De Harmonia Musicorum Instrumentorum Opus*. Milán: Gottardo da Ponte.

¹²² Gaffurius, F. (1480). *Theorica musicae*. Nápoles: F. di Dino.

¹²³ Mollis, junio de 1488 – Friburgo, 28 de marzo de 1563.

¹²⁴ Glareanus, H. (1888). *Dodecachordon*. P. Bohn (Trad.). Leipzig: Breitkopf & Härtel.

Orientada a la conexión entre los mundos físico y espiritual, la música, reflejo del orden cósmico, es vista como un medio para comprender la estructura del universo, por tanto, una ciencia basada en principios matemáticos y las proporciones numéricas que regulan los intervalos musicales consideradas una manifestación del orden cósmico.

En su *Dodecachordon*, propuso una reforma de la teoría musical medieval, basada en la octava en lugar del hexacordo. Esta reforma, aunque de naturaleza técnica, reflejaba también su búsqueda de un sistema musical más en línea con el orden natural del universo. Explora las relaciones entre los doce modos musicales y las doce divisiones de la octava. Esta investigación lo lleva a reflexionar sobre la naturaleza de los sonidos y su relación con el mundo natural. Aunque, si bien es cierto que no hace referencias explícitas a la *MEE*, es evidente que su concepción de la música está profundamente influenciada por esta teoría.

Gioseffo Zarlino ¹²⁵

Como sus antecesores próximos considera la música como una ciencia basada en principios matemáticos y sitúa a las proporciones numéricas de los intervalos musicales como la manifestación del orden cósmico. Dedicó gran parte de su obra a la búsqueda de la perfección en la armonía musical. La música, para él, era un medio para alcanzar la belleza y la perfección divina. En su obra cumbre, *Le Istitutioni harmoniche* ¹²⁶, explora en profundidad los fundamentos teóricos de la música, desde la acústica hasta la composición. Es en esta obra precisamente donde mejor se ilustra la influencia de la teoría de la *MEE* de varias formas. Por un lado, dedicó gran parte de su obra a analizar las proporciones numéricas que subyacen a los intervalos musicales, buscando en ellas una conexión con las proporciones cósmicas. Por otro lado, expresa un notable interés en la astrología y, como vimos en otros autores, creía en la influencia de los astros sobre la música y la vida humana. Además afirma que la práctica musical proporcionaba al ser humano la posibilidad de aproximarse a la perfección divina¹²⁷.

¹²⁵ Chioggia, 31 de enero o 22 de marzo de 1517 – Venecia, 4 de febrero de 1590.

¹²⁶ Zarlino, G (1950). “Istituzioni armoniche”. En: *Source Readings in Music History*. O. Strunk (trad. inglesa), Nueva York: W.W. Norton & Co.

¹²⁷ Godwin, J. (1993). *Harmonies of the World: A New Atlas of Music*. Thames and Hudson.

Jean Bodin ¹²⁸

El enfoque de este jurista y filósofo político del siglo XVI es muy diferente a los anteriores que hemos expuesto hasta aquí. Más conocido por sus contribuciones a la teoría del Estado y la soberanía que por sus reflexiones sobre la música, como producto de su época, Bodin se encontraba inmerso en un ambiente intelectual donde conceptos como la armonía universal y la *MEE* eran ampliamente discutidos. Aunque no conocemos una obra específica de este autor dedicada a la música, podemos inferir su postura a partir de sus escritos políticos y filosóficos. Estaba influenciado por la idea de un orden cósmico, una armonía universal que regía tanto el mundo natural como la sociedad. La música, en este contexto, era vista como una manifestación de esa armonía, una especie de lenguaje universal capaz de expresar la belleza y el orden del cosmos. Sin embargo, a diferencia de otros pensadores de su época, Bodin no profundizó en los aspectos matemáticos o místicos de la *MEE*. Su interés se centraba más en las implicaciones sociales y políticas de esta idea. En este contexto, la música constituía un elemento indispensable para mantener el orden social. Al igual que las leyes y las instituciones, la música podía contribuir a crear un ambiente armónico y pacífico y, en este sentido, la *MEE* se convertía en una metáfora del buen gobierno, donde cada individuo ocupaba su lugar en la sociedad y contribuía al bienestar del conjunto.¹²⁹ Para este autor, la música desempeñaba un papel importante en la educación ya que su práctica, al fomentar la disciplina y el orden, contribuiría a formar ciudadanos virtuosos, por tanto, era una herramienta pedagógica al servicio del Estado.

Robert Fludd ¹³⁰

Médico, filósofo, alquimista y ocultista inglés del siglo XVII, fue uno de los máximos exponentes de la corriente hermética renacentista. Su obra, rica en simbolismo y referencias a diversas tradiciones místicas, se caracteriza por una profunda fascinación por la correspondencia entre el microcosmos (el hombre) y el macrocosmos (el universo) y, en este contexto, la *MEE* desempeñó un papel fundamental en su cosmovisión. Como la mayoría de los autores mencionados, concebía el universo era un organismo vivo, ordenado, y regido por principios matemáticos y armónicos. Al igual que los pitagóricos,

¹²⁸ Angers, Ca. 1530 – Laon, 1596.

¹²⁹ Strauss, L. (1936). *The Political Thought of Jean Bodin*. The University of Chicago Press.

¹³⁰ Kent, 17 de enero de 1574 – Londres, 8 de septiembre de 163.

afirmaba que los planetas emitían sonidos al moverse en sus órbitas, creando una melodía celestial que influía en todos los aspectos de la realidad.

El ser humano, afirma, en tanto que microcosmos, refleja la totalidad del cosmos. Al igual que el universo, el hombre está compuesto de cuerpo, alma y espíritu, y cada uno de estos elementos posee una conexión concreta con la armonía universal. Considera la alquimia como un arte sagrado dedicado a la transmutación de la materia y la perfección espiritual y, la música, por ser una expresión de la armonía cósmica, una herramienta fundamental en este proceso alquímico. En su obra son abundantes las referencias detalladas.

Por ejemplo, en *Utriusque Cosmi Historia*¹³¹ presenta una visión unificada del universo, donde la *MEE* desempeña su papel fundamental en la creación y el mantenimiento del orden cósmico. En *Monochordium Mundi*¹³² explora las relaciones entre música, geometría y alquimia, mostrando cómo estas disciplinas se interconectan para revelar los misterios del universo.¹³³

Como más tarde relataremos, los escritos de Fludd provocarán arduas controversias con sus coetáneos, entre ellos Kepler entre 1619 y 1623, especialmente por la justificación alquímica que daba a sus especulaciones teóricas.¹³⁴

Marin Mersenne¹³⁵

Desempeñó un rol crucial en la conceptualización de la música como ciencia, aunque su obra abarca una amplia gama de temas, desde la teoría numérica hasta la física, es especialmente conocido por su profunda exploración de la relación entre sonido, vibración y cosmos, lo que lo vincula directamente con la antigua idea de la *MEE*. Alimentado por las ideas coetáneas acerca del orden y armonía universales en las que cada elemento ocupa un lugar y función determinados, la música es considerada como

¹³¹ Fludd, R. (1617) *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica historia : in duo volumina secundum cosmi differentiam diuisa*. Oppenheimii: aere Johan-Theodori de Bry, typis Hieronymi Galleri.

¹³² Fludd, R. (1622) *Monochordium Mundi symphonicum J. Keplero oppositum*, Frankfurt.

¹³³ Para una descripción más detallada véase Godwin, J. (1993). *Harmonies of the World: A New Atlas of Music*. Thames and Hudson.

¹³⁴ Diotallevi, D. (2018). “The Case of Robert Fludd”. *University of Toronto Art Journal*, Primavera, 34-54.

¹³⁵ Oizé, 8 de septiembre de 1588 – París, 1 de septiembre de 1648.

una manifestación tangible de esta armonía cósmica. Estos aspectos se exponen detalladamente en *Harmonie universelle* ¹³⁶

Siguiendo la estela del empirismo que acabaría imperando en su época, Mersenne realizó numerosos experimentos para comprender la naturaleza del sonido y sus propiedades describiendo las vibraciones de cuerdas, tubos y otros medios de producción musical, proponiendo las primeras leyes cuantitativas de la acústica. ¹³⁷

Athanasius Kircher ¹³⁸

Jesuita erudito y polímata, destacó por la amplitud de disciplinas que dominaba – filosofía, teología comparada, geología, medicina y egiptología entre otras ¹³⁹. Su obra más trascendente para nosotros, *Musurgia Universalis* ¹⁴⁰, es un tratado monumental en diez volúmenes que versa sobre la música y lo posiciona como figura clave en la exploración de las conexiones entre música, ciencia y espiritualidad. La teoría de la *MEE* es central en su cosmovisión ya que presenta el universo como un inmenso instrumento musical, donde cada cuerpo celeste producía un sonido determinado dependiendo de su tamaño, velocidad y distancia relativa, componiendo de este modo una sinfonía cósmica perfecta.

Para Kircher, la música era el lenguaje primordial con el que Dios creó el universo. A través del estudio de la música, el ser humano podía acercarse a comprender los misterios de la creación. Como vimos en otros casos, el interés por la alquimia le llevaba a considerar la música como una herramienta que podía utilizarse para transformar la materia y el espíritu.

En *Musurgia Universalis*, presenta la música de manera enciclopédica, explorando sus aspectos históricos, teóricos, prácticos y filosóficos. Algunas de los puntos clave de esta obra son:

- Música y matemática: establece conexiones mostrando cómo las proporciones numéricas que ordenan los intervalos musicales se reflejan en toda la naturaleza.

¹³⁶ Mersenne, M. (1636-1637) *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*. Vols. I-II, París: S. Cramoisy.

¹³⁷ MacClintock, C. (1979). *Readings in the History of Music in Performance*. Indiana University Press. p. 152.

¹³⁸ Geisa, 2 de mayo de 1601 – Roma, 1680.

¹³⁹ Acerca de su personalidad y formación intelectual véase: Findlen, P. (2004). *Athanasius Kircher: The Last Man Who Knew Everything*. Routledge Psychology Press.

¹⁴⁰ Kircher, A. (1650) *Musurgia universalis, sive Ars magna Consoni et Dissoni, in X libros*. Roma: ex typographia haeredum Francisci Corbelletti

- Música y naturaleza: los sonidos producidos por diversos fenómenos naturales – viento, agua, animales... – deben ser analizados como manifestaciones de la armonía universal.
- Música y religión: la música, especialmente la sacra, como medio para acercarse a Dios y experimentar la divinidad es considerada una forma de comunicación con el mundo celestial.

Andreas Werckmeister¹⁴¹

Nos han llegado sus importantes contribuciones al desarrollo de sistemas de afinación para instrumentos de teclado y sus escritos centrados en aspectos técnicos de la música, sin embargo, como buen ejemplo de su tiempo, su obra también refleja la influencia de la MEE, especialmente en *Musicae mathematicae*¹⁴² y *Musikalische Temperatur*¹⁴³. Entre sus argumentos señalaba que el contrapunto bien elaborado estaba ligado a los movimientos ordenados de los planetas, lo que recordaba la visión de Kepler en su *Harmonice Mundi*.

Al igual que muchos de sus contemporáneos, buscaba encontrar una afinación que reflejara esta armonía celestial y permitiera a los músicos expresar la belleza y perfección del universo. Sus escritos sobre temperamento musical tuvieron un profundo impacto en la música barroca y los sistemas de afinación que de ahí se derivaron colaboraron a explorar nuevas tonalidades y armonías, enriqueciendo así el lenguaje musical de la época. Un buen ejemplo es Johann Sebastian Bach, quien aplicó los sistemas de temperamento desarrollados por Werckmeister para escribir su obra maestra, *El Clave bien temperado*¹⁴⁴. Esta obra es un testimonio de las nuevas posibilidades expresivas que ofrecían los sistemas de afinación desarrollado en la época.

Michael Maier¹⁴⁵

Médico, alquimista, epigramista e influyente consejero de Rodolfo II de Habsburgo, fue también músico *amateur*. Su obra estuvo profundamente imbuida de simbolismo y

¹⁴¹ Benneckenstein, 30 de noviembre de 1645 – Halberstadt, 26 de octubre de 1706.

¹⁴² Werckmeister, A. (1687). *Musicae Mathematicae Hodegus Curiosus oder Richtiger Musicalischer Weg-Weiser*. Leipzig: Th. P. Calvisius.

¹⁴³ Werckmeister, A. (1686) *Musikalische Temperatur, Oder deutlicher und warer Mathematischer Unterricht, Wie man durch Anweisung des Monochordi Ein Clavier, sonderlich die Orgel-Wercke, Positive, Regale ...* Leipzig: Th. P. Calvisius.

¹⁴⁴ Martínez Ruiz, S. (2011) *Temperament in Bach's Well-tempered clavier: a historical survey and a new evaluation according to dissonance theory*. Universitat Autònoma de Barcelona, Tesis Doctoral.

¹⁴⁵ Rendsburg, 1568 - Magdeburg, 1622.

misticismo. Fascinado por la idea de un universo ordenado y armónico, donde todos los elementos estaban interconectados y regidos por principios matemáticos y musicales. Su enfoque como alquimista iba más allá de la simple búsqueda de la piedra filosofal, la consideraba un arte sagrado orientado a alcanzar la perfección espiritual y la transformación del ser humano, y, la música, en este contexto, constituía un recurso fundamental.

Como algunos autores mencionados, creía en la correspondencia entre el microcosmos (el hombre) y el macrocosmos (el universo). La música, por ser una expresión de la armonía universal, era un puente entre estos dos mundos, y tenía el poder de transformar tanto la materia como el espíritu. A través de la música, el alquimista podía influir en los procesos alquímicos y acelerar la búsqueda de la perfección. Así, Maier asociaba cada planeta con un metal y un sonido específico y, al tocar instrumentos musicales afinados en determinadas frecuencias, el alquimista era capaz de invocar las fuerzas planetarias y acelerar los procesos alquímicos.

La obra de Maier está repleta de alusiones a la música y armonía cósmicas. En sus tratados alquímicos, encontramos numerosas referencias a proporciones numéricas, a escalas musicales y a instrumentos musicales.

Su obra *Atalanta Fugiens*¹⁴⁶, un libro de emblemas en el que se ilustraban los principios alquímicos, contiene 50 discursos con grabados de Matthias Merian, cada uno acompañado de un verso epigramático, un verso latino, y una fuga musical a tres voces. Su planteamiento editorial resultó novedoso para la época y está considerado uno de los más notables antecedentes de los medios multimedia.¹⁴⁷

Isaac Newton¹⁴⁸

Este autor afirmaba que la verdadera armonía de las esferas reside en la relación que hay entre la fuerza de gravedad y los intervalos musicales que se relacionan con ella, estableciendo que el comportamiento de la fuerza de atracción y la obtención de los intervalos musicales en una cuerda tensionada responden a la misma ecuación.

¹⁴⁶ Maier, M. (1618). *Atalanta fugiens, hoc est, Emblemata nova de secretis naturae chymica...* Oppenheim: Johann Theodor de Bry. Para una traducción inglesa que incluye una reproducción íntegra de epigramas, fugas y grabados véase *Alchemical Texts*.

¹⁴⁷ Hasler, J.F.W. “Aspectos performativos y multimediáticos de un libro de emblemas alquímicos del siglo xvii: El caso de *Atalanta Fugiens* de Michael Maier y sus simultáneos niveles poético, visual y musical”, *Revista de Estudios Sociales* [en línea], 39 (Abril).

¹⁴⁸ Londres, 4 de enero de 1643 – 31 de marzo de 1727.

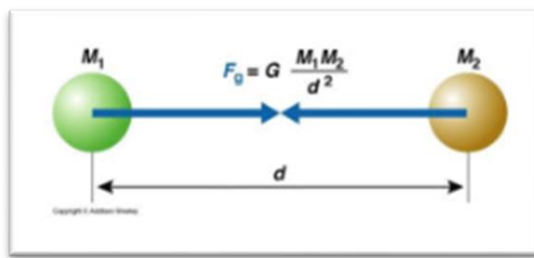


Ilustración 23. Ley de la gravitación universal. La gravedad es la fuerza de atracción entre dos cuerpos (F), cuyo valor depende de las masas (m) de cada cuerpo y de la distancia (d) que existe entre ellos.

Encontramos referencias a la armonía de las esferas principalmente en Escolios clásicos¹⁴⁹, contenidos en *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*¹⁵⁰, estos borradores y notas fueron escritos por el mismo Newton en 1690. Cuenta en ellos como Pitágoras tensionó intestinos de ovejas y tendones de los bueyes

añadiéndoles distintos pesos, para intentar hallar la relación existente entre la tensión que realizan los pesos y los intervalos musicales que se producen variando los pesos y longitudes. Según Newton, a partir de este ensayo Pitágoras habría aprendido la razón de la armonía celeste:

[...] el Sol, por su propia fuerza, actúa sobre los planetas en la razón armónica de las distancias por la cual la fuerza de la tensión actúa sobre las cuerdas de diferentes longitudes, es decir, recíprocamente, en doble razón inversa de las distancias. [...] La misma tensión en una cuerda de la mitad de longitud actúa cuatro veces más fuerte, es decir, genera una octava, y ésta se produce por una fuerza cuatro veces mayor [es decir, la frecuencia es 4 veces mayor]. Pues si una cuerda de una longitud dada, tensionada por un peso dado, produce cierto tono, la misma tensión en una cuerda de una longitud tres veces más corta actúa nueve veces más, es decir, produce una doceava; [...]¹⁵¹

Newton creía que la música y el cosmos estaban conectados a un nivel más profundo, y que la música podía emplearse para mostrar la armonía del universo. En su obra *Opticks*¹⁵², escribe: “La música es la voz del cielo, que nos encanta y nos llena de admiración”. En definitiva, la auténtica armonía de las esferas residiría en la relación establecida entre la fuerza de gravedad y los intervalos musicales.

En sus *Principia*, que se componen de tres libros precedidos por un capítulo preliminar de definiciones y otro dedicado a los axiomas o leyes del movimiento, encontramos en el tercero, *Sobre el sistema del mundo*, una aplicación de lo desarrollado en los libros anteriores en el campo de la astronomía: órbitas planetarias, movimientos lunares y su

¹⁴⁹ Serie de comentarios que el autor introduce en su obra cuya función es analizar la influencia de las ideas y conocimientos de la antigüedad sobre la ciencia, la teología y la filosofía natural coetáneas.

¹⁵⁰ Newton, I. (1987) *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Estudio preliminar y traducción de Antonio Escohotado. Madrid: Tecnos, 1987.

¹⁵¹ Calle, D. (4-6 de noviembre de 2019). *Armonía de las esferas en Issac Newton y en la teoría armónica de Jean Philippe Rameau* [Ponencia]. Congreso Internacional Arte y ciencia UNSAM-2019, Argentina.

¹⁵² Newton, I. (1704). *Opticks, or a treatise of the reflections, refractions, inflexions and colours of light. Also, two treatises of the species and magnitude of curvilinear figures*. London: Printed for Samuel Buckley at the sign of the Bible in Fleet-street.

relación con la teoría gravitatoria, así como el estudio de los cometas. Newton resuelve el problema de los movimientos planetarios y los asimila a los terrestres mediante una misma dinámica y una ley universal de gravitación.

Anexo V. Relación del movimiento planetario con el sonido

El movimiento de los planetas tiene una relación indirecta con el sonido de varias maneras:

Efecto Doppler

Se trata de un fenómeno bien conocido que explica cómo la frecuencia de una onda cambia dependiendo del movimiento relativo entre la fuente de la onda y el observador. En el caso de una onda sonora, el efecto Doppler supone que el tono de un sonido puede cambiar dependiendo de si la fuente del sonido se está acercando o alejando del observador. Por ejemplo, el sonido de una sirena de ambulancia se escucha más agudo cuando se acerca y más grave cuando se aleja.

Este efecto no tiene una relación significativa con la rotación de la Tierra dado que la velocidad de rotación es relativamente lenta en comparación con la velocidad del sonido. Sin embargo, el movimiento de la Tierra alrededor del Sol sí puede tener un efecto notable por efecto Doppler para sonidos de fuentes muy distantes como las estrellas. En el caso de los satélites, las señales de radio emitidas por estos en órbita experimentan un cambio de frecuencia debido a su movimiento relativo a la Tierra. Este efecto se emplea para corregir la señal y obtener datos precisos de posicionamiento y navegación.

Atmósfera

La atmósfera terrestre juega un papel importante en la transmisión del sonido ya que la temperatura, la presión y la humedad de la atmósfera pueden afectar la velocidad y la distancia a la que puede viajar el sonido. Los fenómenos atmosféricos como el viento también pueden afectar la dirección en la que se escucha el sonido. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la rotación de la Tierra no tiene un efecto directo en la atmósfera, aunque se reconoce que puede afectar indirectamente la forma en que la atmósfera se mueve y, por lo tanto, cómo se transmite el sonido.

Ruido ambiental

El ruido ambiental, como el tráfico, la actividad industrial y humana, puede enmascarar o interferir con otros sonidos. En este caso, la rotación de la Tierra sí puede afectar al ruido ambiental, por ejemplo, la posición del Sol en el cielo puede afectar la cantidad de actividad humana que se produce, lo que a su vez puede afectar el nivel de ruido ambiental.

Campos magnéticos

Los campos magnéticos de la Tierra y el Sol pueden afectar la propagación de las ondas de radio que son un tipo de onda sonora que puede alcanzar largas distancias. La rotación de la Tierra se relaciona directamente con la forma en que interactúan los campos magnéticos tanto de nuestro planeta como de nuestra estrella, lo que a su vez interfiere en la propagación de las ondas de radio.

En general, la relación entre el movimiento del planeta y el sonido es compleja y depende de una variedad de factores. La rotación de la Tierra tiene un efecto directo en algunos de estos, como el efecto Doppler, pero tiene un efecto indirecto en otros, como la atmósfera y el ruido ambiental.

Anexo VI. Breve historia y antecedentes del Clarinete.

Las primeras referencias al clarinete se descubren en mosaicos y relieves de la Antigua Mesopotamia datadas en torno al 3000 a.C. Las pistas principales proceden de fuentes iconográficas de instrumentos de viento y, aunque no sean detalladas o exactas, nos ofrecen información importante acerca de su uso y el ámbito sociocultural en el que se emplearon.

En el antiguo Egipto, clarinete y oboe recibían el mismo nombre *ma*. Los clarinetes originarios poseían un tubo de madera que encerraba la columna de aire y que para provocar el sonido empleaban una fina lengüeta encargada de poner el aire en vibración. En las culturas mediterráneas y del sudeste de Asia se utilizaba un instrumento similar, pero con dos tubos soplados simultáneamente, que era denominado doble clarinete denominado *ma'met* y puede verse en relieves egipcios alrededor del 2700 a.C.¹⁵³

Además, encontramos el *arghul*, de diseño bastante similar, dotado de un tubo de sección cilíndrica con la boquilla tallada sobre el mismo cuerpo y en cuyo extremo superior una pequeña lámina cortada hacía de lengüeta batiente para generar el sonido. En la antigua Grecia y en Roma existían artilugios parecidos, así como también encontramos el *zummarah* en Oriente Medio.

El término Clarinete viene de dos palabras, en francés *chamelele* y en alemán *rôphife*, que significan caña. Estas se utilizaban para nombrar un aparato que tenía la lengüeta como forma de producción sonora. Es por eso por lo que, en los primeros tiempos no hay una clara diferenciación con lo que podrían ser oboes o cualquier instrumento dotado de una caña.

En la Edad Media encontramos un instrumento popular de sonido suave y hecho de madera con lengüeta y siete agujeros llamados *chamelele*. Aunque no queda claro si se trataba de un clarinete o un oboe. A esta época pertenece también el *caramillo*, que agrupa a flautas y oboes, compuesto de un tubo cilíndrico sin llaves. Este posee diferentes variantes el más destacado de los cuales es *caramillo campestre*, antecesor del clarinete, elaborado en madera de boj y utilizado tradicionalmente por pastores, era de pequeñas dimensiones y tenía pocos agujeros, por lo que no podía octavar y carecía de pabellón. Todavía se conservan algunas obras escritas para *chalumeau*. Hay que destacar que sus

¹⁵³ Para profundizar en aspectos técnicos e históricos generales véase Baines, A. E. (1967). *The Woodwind Instruments and Their History*. W. W. Norton & Company y Carse, A. (1939). *The History of the Wind Instruments*. Dover Publications.

limitaciones técnicas y tonales en este momento lo restringían a un papel secundario en la orquesta.

Hacia finales del siglo XVII, el constructor de instrumentos alemán Johann Christoph Denner¹⁵⁴ realizó modificaciones significativas al *chalumeau*, agregando llaves y ampliando su rango. Estas mejoras dieron lugar al clarinete, un instrumento con mayor versatilidad y expresividad.

Aunque el *chalumeau* fue eclipsado por su sucesor, el clarinete, dejó una huella importante en la historia de la música. Compositores como Johann Sebastian Bach y Georg Philipp Telemann escribieron obras para este instrumento, demostrando su popularidad en la época.

Se utilizaba frecuentemente en el bajo continuo, proporcionando una base armónica y melódica en las obras barrocas. Su sonido característico permitía a los compositores crear colores sonoros particulares, agregando variedad y riqueza a la textura musical. Su sistema de llaves era simple, lo que dificultaba la ejecución de pasajes rápidos y virtuosísticos. Otros compositores barrocos, como Antonio Vivaldi y Jean-Philippe Rameau, también incluyeron el *chalumeau* en sus obras, aunque cada vez con menor frecuencia.¹⁵⁵ Se considera por tanto, que el clarinete, tal y como lo conocemos hoy en día, fue desarrollado por Denner quien añadió al *chalumeau* una llave que permitía al ejecutante ampliar el rango tonal haciéndolo más expresivo.

A lo largo de los siglos XVIII y XIX, el clarinete experimentó una serie de mejoras y modificaciones significativas en diversos aspectos:

- Sistema de llaves: Inicialmente, el clarinete tenía pocas llaves, lo que limitaba su agilidad. Con el tiempo, se desarrollaron sistemas de llaves más complejos, como el sistema Boehm, que facilitó la ejecución y amplió las posibilidades técnicas del instrumento.
- Materiales: como hemos dicho su antecedente estaba fabricado inicialmente con maderas como el boj. Posteriormente, se comenzaron a utilizar maderas más exóticas, como el granadillo, que ofrecían un sonido más rico y mayor durabilidad.

¹⁵⁴ Leipzig, 13-de agosto de 1655 – Nuremberg, 20-de abril de 1707.

¹⁵⁵ El desarrollo del instrumento durante el periodo Barroco puede ampliarse en Rice, A. (1992). *The Baroque clarinet*. Clarendon Press.

- Uso musical: al ampliarse sus posibilidades técnicas y expresivas se convirtió rápidamente en un instrumento popular en la música clásica, operística y de cámara.

Compositores como Mozart, Weber y Rossini le dedicaron obras importantes.

Hoy en día, el clarinete es uno de los instrumentos de viento madera más versátiles y populares. Se utiliza en una amplia variedad de estilos musicales, desde la música clásica hasta el jazz, el rock y la música popular. Su sonido característico, con su timbre cálido y expresivo, lo convierten en un instrumento muy apreciado por músicos y público por igual.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, S. (2023). "The Influence of Al-Hasan al-Katib on Sufi Music". *Journal of Islamic Music*, 15(2), 45-62.
- Aristóteles (1996). *Acerca del cielo*. Biblioteca Clásica Gredos. Miguel Candel (trad.). Madrid: Gredos. ISBN 8424918312.
- Baines, A. E. (1967). *The Woodwind Instruments and Their History*. W. W. Norton & Company y Carse, A. (1939). *The History of the Wind Instruments*. Dover Publications.
- Battaner López, E. (2012). *Kepler. El movimiento planetario. Bailando con las estrellas*. RBA, Grandes Ideas de la Ciencia, 35-40 y 65-66.
- Boecio (2009). *Sobre El Fundamento De La Música. Cinco Libros*. Madrid: Editorial Gredos, Colección Biblioteca Clásica.
- Bretos Linaza, J. (2000). "Kepler, el último nexo de unión entre música y astronomía". *Musiker*, 12, 147-159.
- Calle, D. (4-6 de noviembre de 2019). *Armonía de las esferas en Issac Newton y en la teoría armónica de Jean Philippe Rameau* [Ponencia]. Congreso Internacional Arte y ciencia UNSAM-2019, Argentina.
- Català, J. M. (2018). "Más allá de la representación. ¿Es visible la realidad? (Imágenes y conocimiento)". *Arbor*, 194 (790): a485.
- Cicerón, Macrobio y Favonio (2006). *La música de las Esferas: Textos de Cicerón, Macrobio, Favonio*. L. Pégolo y J. Cardigni. (Eds.). Buenos Aires: Secretaría de Cultura de la Nación.
- Correia, M. A. (2020). "La antropología de Boecio en el De Institutione Musica y el Contra Eutychem". *Revista de Filosofía*, 45 (1): 121-140. DOI: <https://doi.org/10.5209/resf.61385>.
- Cortés Cisneros, O.A. (2007). *Historia de la filosofía de la música Una introducción a sus antecedentes, aporías y escolios*. México: Palabra de Clío, A. C.
- Diels-Kranz (1951). *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Berlin 1952 (s. i.).
- Diotalleivi, D. (2018). "The Case of Robert Fludd". *University of Toronto Art Journal*, Primavera, 34-54.
- Ficino, M. (1991). *De Vita*. Pordenone: Edizioni Biblioteca dell'Immagine.

- Ficino, M. (2010). *All Things Natural. Ficino on Plato's Timaeus*. Londres: Shephard Walwyn.
- Field, J. V. (1988). *Kepler's geometrical cosmology*. University of Chicago Press.
- Findlen, P. (2004). *Athanasius Kircher: The Last Man Who Knew Everything*. Routledge Psychology Press.
- Flammarion C. (1865) *Les merveilles célestes: lectures du soir*. París: Librairie de L. Hachette et Cie.
- Fludd, R. (1617) *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica historia : in duo volumina secundum cosmi differentiam diuisa*. Oppenheimii: aere Johan-Theodori de Bry, typis Hieronymi Galleri.
- Fludd, R. (1622) *Monochordium Mundi symphonicum J. Keplero oppositum*, Frankfurt.
- Gaffurio, F. (1480). *Theorica musicae*. Nápoles: F. di Dino.
- Gaffurio, F. (1518) *De Harmonia Musicorum Instrumentorum Opus*. Milán: Gottardo da Ponte.
- Galán Gómez, S. (2020). “Ramos de Pareja, pensamiento musical y Reforma en la salamanca del siglo XV”. En: *Respondámosle a Concierto. Estudios en homenaje a Maricarmen Gómez Muntané*. E. Carrero y S. Zauner (Eds.) Bellatera Institut d'Estudis Medievals, UAB, 234928.
- García Pérez, A. (2013) “Francisco de Salinas y la teoría musical renacentista”. En: *De Musica libri septem de Francisco de Salinas*. A. García Pérez y B. García-Bernalt Alonso (Eds.), Salamanca.
- García Pérez, A. S. (2004) *El concepto de consonancia en la teoría musical. De la escuela pitagórica a la revolución científica*. Tesis y disertaciones académicas, Universidad de Salamanca. DOI: 10.14201/gredos.149934. <http://hdl.handle.net/10366/149934>.
- Gingerich, O. y Donahue, W. H. (2004). *Johannes Kepler New Astronomy*. Cambridge University Press.
- Glareanus, H. (1888). *Dodecachordon*. P. Bohn (Trad.). Leipzig: Breitkopf & Härtel.
- Godwin, J. (1982). The Revival of Speculative Music. *Musical Quarterly*, 67:3, pp. 373-389.
- Godwin, J. (1993). *Harmonies of the World: A New Atlas of Music*. Thames and Hudson.
- Godwin, J. (1993). *The harmony of the spheres: A sourcebook of the Pythagorean tradition in music*. Inner Book Traditions.
- Godwin, J. (2009) *Armonía de las esferas: un libro de consulta sobre la tradición*

- pitagórica en la música*. Girona, Atalanta ediciones S.L.
- Haar, J. (1974). *Musica mundana*. Harvard University Press.
- Hasler, J. F. W. (2015) Contribuciones de Kepler a la continuidad y transformación de la tradición de la música de las esferas. *Per Musi. Belo Horizonte*, n.32, 171-196, pág. 176. DOI: 10.1590/permusi2015b3206
- Hasler, J.F.W. “Aspectos performativos y multimediáticos de un libro de emblemas alquímicos del siglo XVII: El caso de Atalanta Fugiens de Michael Maier y sus simultáneos niveles poético, visual y musical”, *Revista de Estudios Sociales [en línea]*, 39 (Abril).
- Hawking, S. (2010) *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la física y la astronomía*. José Luis Arántegui Tamayo (Trad.) Editorial Crítica.
- Kepler, J (1992) *New Astronomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kepler, J. (1596) *Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum...* Tubinga: excudebat Georgius Gruppenbachius.
- Kepler, J. (2009). *Harmonices mundi (The harmony of the world)*. Oxford University Press.
- Kircher, A. (1650) *Musurgia universalis, sive Ars magna Consoni et Dissoni, in X libros*. Roma: ex typographia haeredum Francisci Corbelletti.
- Lacarra Ducay, María Jesús (1998) La renovación de las artes liberales en Pedro Alfonso. El papel innovador de un judío converso en el siglo XII. En: *De Toledo a Huesca: Sociedades Medievales en transición a finales del siglo XI (1080-1100)*. Carlos Laliena Corbera, Juan F. Utrilla Utrilla (Coord.), págs. 131-138.
- Levey, F. (1983). *Bach: The complete works*. Oxford University Press.
- Liern Carrión, V. (2014). El eco de la música de las esferas. Las matemáticas de las consonancias [Discurso de ingreso en la *Reial Acadèmia de Doctors* como Académico Numerario, 15 de mayo]. Barcelona: Reial Acadèmia de Doctors, Fundació Universitària Eserp. Págs. 13-14. <https://raed.academy/wp-content/uploads/2015/02/Discurso-Dr.-Liern.pdf>
- Lindberg, D. C. (2007). *The beginnings of Western science: The European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, 600 B.C. to A.D. 1450*. University of Chicago Press.
- MacClintock, C. (1979). *Readings in the History of Music in Performance*. Indiana University Press.
- Maier, M. (1618). *Atalanta fugiens, hoc est, Emblemata nova de secretis naturae*

- chymica...* Oppenheim: Johann Theodor de Bry.
- Martiani Minei Felicis Capellae (1599). *Satyricon in quo de nuptiis Philologiae & Mercurii libri duo, & de septem artibus liberalibus libri singulares, omnes & emendati et notis, siue februis Hug. Grotii illustrati*. Lugduni Bataurorum: ex officina Plantiniana: apud Christophorum Raphelengium.
- Martínez Ruiz, S. (2011) *Temperament in Bach's Well-tempered clavier: a historical survey and a new evaluation according to dissonance theory*. Universitat Autònoma de Barcelona, Tesis Doctoral.
- Mersenne, M. (1636-1637) *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*. Vols. I-II, París: S. Cramoisy.
- Newton, I. (1704). *Opticks, or a treatise of the reflections, refractions, inflexions and colours of light. Also, two treatises of the species and magnitude of curvilinear figures*. London: Printed for Samuel Buckley at the sign of the Bible in Fleet-street.
- Newton, I. (1987) *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Estudio preliminar y traducción de Antonio Escohotado. Madrid: Tecnos, 1987.
- Pesic, P. (2014). *Music and the making of modern science*. MIT Press.
- Pico della Mirandola, G. (1956) *Oratio on the Dignity of Man*. Chicago, Henry Regnery Co.
- Platón (2010) *Timeo*. Edición bilingüe – notas a la traducción y anexos de Luc Brisson. Madrid: Abada Editores, ISBN:9788496775916.
- Plinio (2003) *Historia Natural*. E. del Barrio y I. García (trad. y notas). Madrid: Gredos.
- Quintiliano, A. (1996). *Sobre la música*. (L. Colomer & B. Gil, Trans.). Madrid: Gredos.
- Ramos de Pareja, B. (1901) *Musica Practica*. Leipzig: Ed. Wolf.
- Redondo Reyes, Pedro (2003) La armonía de las esferas según Claudio Ptolomeo. *MHMH: revista internacional de investigación sobre magia y astrología antiguas*, 3, págs. 181-202.
- Rice, A. (1992). *The Baroque clarinet*. Clarendon Press.
- Robertson, A., Stevens, D. (1989) *Historia general de la música*. Madrid, Ediciones Istmo.
- Salinas, F. (1577). *De musica libri septem*. Salamanca: Excudebat Mathias Gastius.
- Salles, F. (2023) *Harmonia Mundi: An integrative view of art and science*. Salto: FoxTablet.
- Shea, W. R., Gingerich, O. (2001). *Praying for planetary order: The emergence of Keplerian cosmology*. Springer.

- Stace, W.T. (1982). *Mysticism and Philosophy: A Study in the Eternal Problem*. Constable.
- Strauss, L. (1936). *The Political Thought of Jean Bodin*. The University of Chicago Press.
- Subirá, J. (1953) *Historia de la Música Española e Hispanoamericana*. Barcelona: Salvat Editores, pág. 155.
- Vera, F. (1937): *Historia de la Ciencia*. Barcelona: Editorial Iberia.
- Walker, D. P. (1996). *Spiritual and Demonic Music: From the Medieval Church to Contemporary Culture*. Oxford University Press.
- Werckmeister, A. (1686) Musicalische Temperatur, Oder deutlicher und warer Mathematischer Unterricht, Wie man durch Anweisung des Monochordi Ein Clavier, sonderlich die Orgel-Wercke, Positive, Regale ... Leipzig: Th. P. Calvisius.
- Werckmeister, A. (1687). Musicae Mathematicae Hodegus Curiosus oder Richtiger Musicalischer Weg-Weiser. Leipzig: Th. P. Calvisius.
- Zarlino, G (1950). “Istituzioni armoniche”. En: *Source Readings in Music History*. O. Strunk (trad. inglesa), Nueva York: W.W. Norton & Co.

PARTITURAS MENCIONADAS

- Hindemith, P. (1946). *Harmonices Mundi* [Obra orquestal].
- Debussy, C. (1905). *Clair de Lune* [Pieza para piano].
- Holst, G. (1918). *The Planets* [Suite orquestal].

WEBGRAFÍA y FILMOGRAFÍA

- **La Música de las Estrellas, Wikipedia:**
https://es.wikipedia.org/wiki/Armon%C3%ADa_de_las_esferas
- **La armonía de las esferas en la música de Johann Sebastian Bach, Universidad de Valencia:** <https://www.uv.es/uvweb/college/en/postgraduate-courses/official-master-s-degrees/official-master-s-degrees-offered-1285848941532.html>
- **La Música de las Esferas, BBC:** <https://www.bbc.co.uk/programmes/b00c1fct>
- **Alchemical Texts:** <https://www.alchemywebsite.com/atalanta.html>
- **National Geographic: The Music of the Cosmos:**
<https://www.nationalgeographic.com/tv/shows/cosmos-possible-worlds>
- **SETI Institute:** <https://www.seti.org/>
- **The Wave Gotik Treffen:** <https://www.wave-gotik-treffen.de/english/>
- **Glastonbury Festival:** <https://www.glastonburyfestivals.co.uk/>
- **The Music of the Spheres Podcast:** <https://musicofthespherespodcast.com/>
- **The Complete Works of Johannes Kepler:** <https://www.amazon.com/Johannes-Kepler-Discovering-Celestial-Scientists/dp/1883846986>
- **The Kepler Project:** <http://galileo.rice.edu/sci/kepler.html>
- **The Galileo Project:** <http://galileo.rice.edu/>
- **The Sounds of Space, NASA**
<https://science.nasa.gov/mission/hubble/multimedia/sonifications/>
- **Cosmic Sonification, The Planetary Society:**
<https://www.youtube.com/watch?v=2BCiOTJjcQQ>
- **Music of the Cosmos, National Geographic:**
<https://www.nationalgeographic.com/tv/shows/cosmos-possible-worlds>
- **The Sound of Earth, NASA:** <https://svs.gsfc.nasa.gov/11073/>. Este sitio web de la NASA proporciona información sobre el sonido de la Tierra, incluyendo cómo se produce y cómo puede ser detectado.
- **The Music of the Spheres, Exploratorium:**
<https://annex.exploratorium.edu/music/>. Este sitio web proporciona información sobre la teoría de la *MEE* de Johannes Kepler, y cómo esta teoría ha sido interpretada a lo largo de la historia.

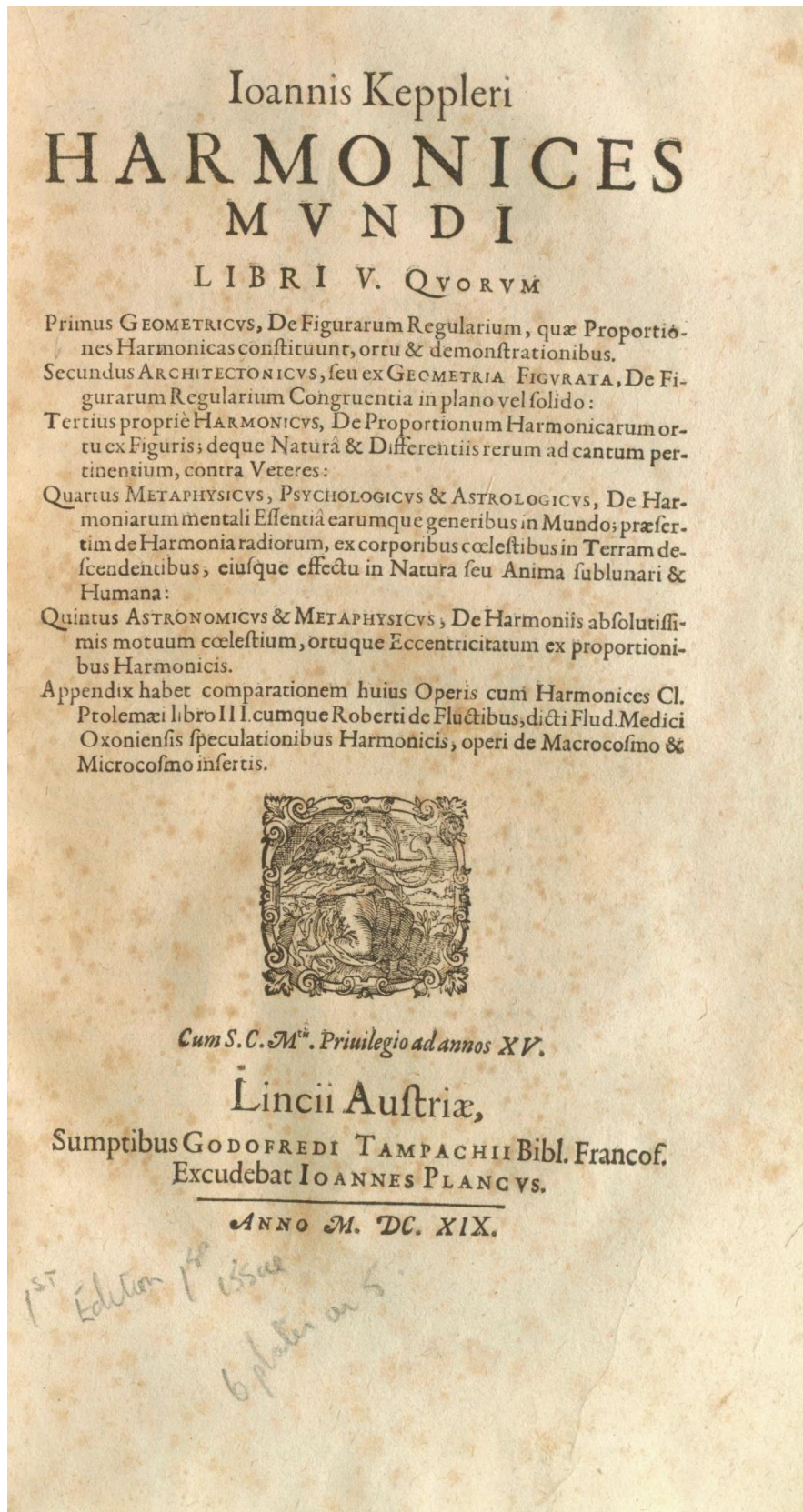
- ***The Sound of Time*, Edge:** <https://www.edge.org/audios>. Este artículo de la revista Edge explora la relación entre el sonido y el tiempo, desde la perspectiva de la física teórica.
- **The Planetary Society:** <https://www.planetary.org/>
- **NASA Science:** <https://science.nasa.gov/>

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquemas del universo de los primeros pitagóricos (A) y de Filolao (B). Así y todo, los intervalos consonantes seguían siendo los mismos. Actualmente no se sabe cómo distribuía la suma de tonos.	14
Ilustración 2. Sistema Solar de Kepler. Las letras a, c, e, g, i, indican la distancia más grande de cada planeta al Sol, (afelios) y las restantes letras las distancias más pequeñas (perihelios). Comparó las velocidades en el afelio y el perihelio de un planeta con.....	17
Ilustración 3. Kepler en HM (1619).....	17
Ilustración 4. Métodos exactos y heurísticos de afinación. Aplicación a la trompeta, Ibáñez Barrachina, J. (2008) UPV.....	18
Ilustración 5. Harmonices Mundi. Índice.	20
Ilustración 6. Modelo presentado por Kepler en <i>Mysterium Cosmographicum</i> (1596). Saturno – Cubo, Júpiter – Tetraedro, Marte – Dodecaedro, Tierra – Icosaedro, Venus – Octaedro. Abajo: HM, Libro V, p. 198.	23
Ilustración 7. Gama completa de alturas que cada planeta produce según el lugar donde se encuentre su órbita.	24
Ilustración 8. Tabla original aparecida en HM, Liber V, p. 193.....	24
Ilustración 9. Escalas asignadas a cada uno de los planetas. HM, p. 207.....	28
Ilustración 10. HM, Libro V, pp. 209- 210.....	31
Ilustración 11. Modelo orbital elíptico de Kepler. https://www.astromia.com/universo/leyesuniverso.htm	31
Ilustración 12. Teoría musical de Rameau en su primera etapa.	75
Ilustración 13. Intervalos y Armonías de las Esferas, Stanley.....	79
Ilustración 15. Modelo Aristotélico del Cosmos.	79
Ilustración 15. Asignación nota-cuerpo celeste, Plinio el viejo.....	79
Ilustración 16. Ptolomeo Quintiliano.....	80
Ilustración 17. Modelo de John Scotus Eriugena.....	81
Ilustración 18. Análisis de Ramos de Pareja.....	81
Ilustración 19. Propuesta de Gafurio.	82
Ilustración 20. Visión de Fludd.....	82
Ilustración 21. Henricus Glareanus.....	82
Ilustración 22. Kircher, portada de <i>Musurgia universalis</i>	83

Ilustración 23. Ley de la gravitación universal. La gravedad es la fuerza de atracción entre dos cuerpos (F), cuyo valor depende de las masas (m) de cada cuerpo y de la distancia (d) que existe entre ellos..... 104

APÉNDICE DOCUMENTAL



ASTRONOMIA NOVA
ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΤΟΣ,
SEV
PHYSICA COELESTIS,
tradita commentariis
DE MOTIBVS STELLÆ
MARTIS,
Ex observationibus G. V.
TYCHONIS BRAHE:

Jussu & sumptibus
RVDOLPHI II.
ROMANORVM
IMPERATORIS &c:



Plurium annorum pertinaci studio
elaborata Pragæ,

A S. C. M. S. Mathematico
JOANNE KEPLERO,

Cum ejusdem C. M. S. privilegio speciali
ANNO æræ Dionysianæ clō Idc ix.

Prodromus

DISSERTATIONVM COSMOGRA-
PHICARVM, CONTINENS MYSTE-
RIVM COSMOGRAPHI-
CVM.

DE ADMIRABILI
PROPORTIONE ORBIVM
COELESTIVM, DE QVE CAUSIS
coelorum numeri, magnitudinis, motuumque pe-
riodicorum genuinis & pro-
prijs,

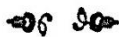
DEMONSTRATVM, PER QVINQVE
regularia corpora Geometrica,

A

M. IOANNE KEPLERO, VVIRTEM-
bergico, Illustrum Syriae provincia-
lium Mathematico.

Quotidiè morior, fateorque: sed inter Olympi
Dum tenet assiduas me cura vias:
Non pedibus terram contingo: sed ante Tonantem
Nectare, diuina pascor & ambrosiâ.

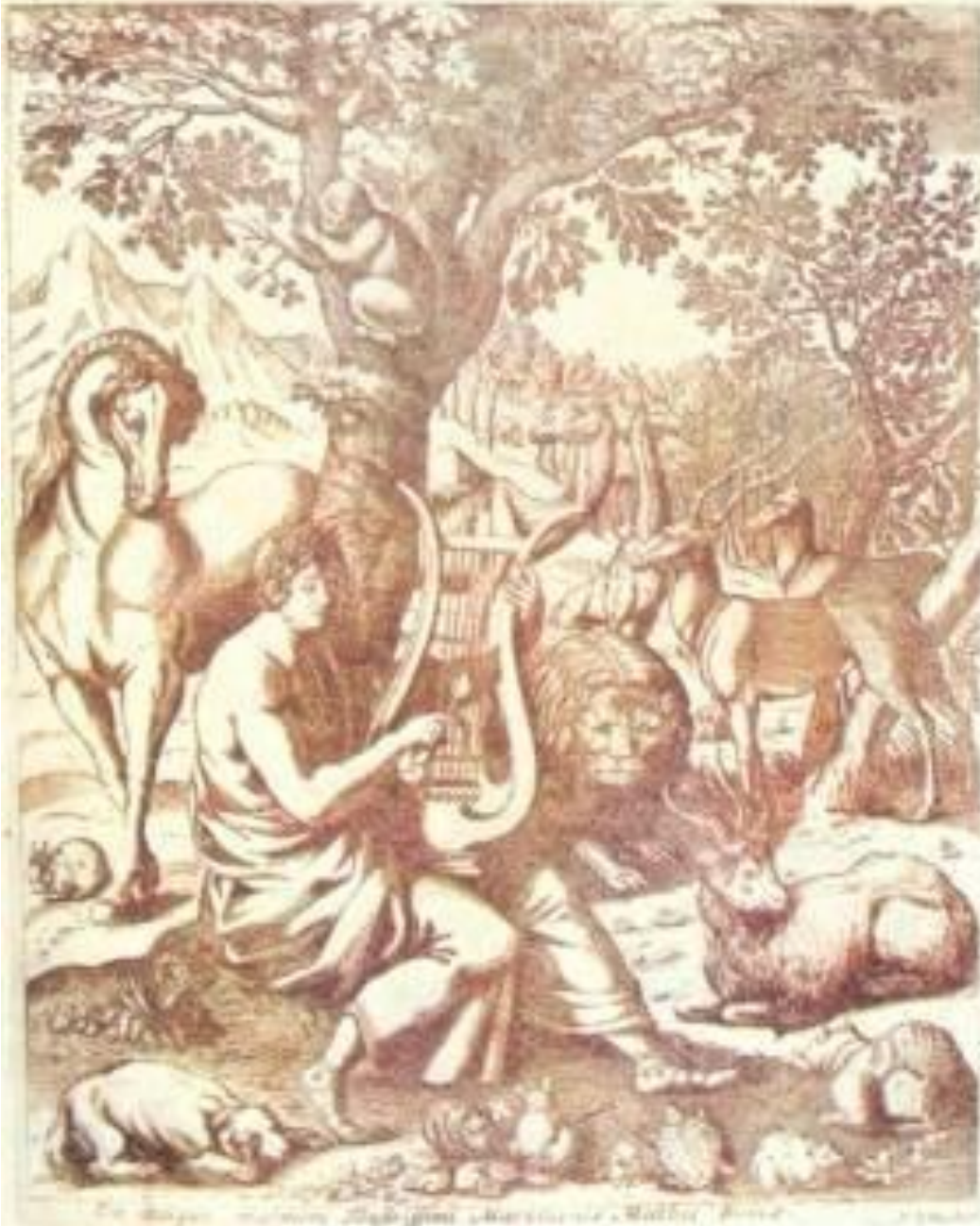
*Addita est erudita NARRATIO M. GEORGII IOACHIMI
RHETICI, de Libris Revolutionum, atq; admirandis de numero, or-
dine, & distantijs Sphaerarum Mundi hypothefibus, excellentissim: Ma-
thematicis, totiusq; Astronomiae Restauratoris D. NICOLAI
COPERNICI.*



T V B I N G A
Excudebat Georgius Gruppenbachius.

ANNO M. D. XCVI.

HARMONIE VNIVERSELLE.



Laudate eum in Pfalterio & Cithara.
Omnis spiritus laudet Dominum. *Pfalms 135.*