

# MÚSICA Y MATEMÁTICAS: CONEXIONES ENTRE SONIDOS Y NÚMEROS

Gutiérrez Velázquez, Víctor Ernesto (1), Dr. Pérez Sánchez, Alfonso (2)

1 [Licenciatura en Música Instrumentista, Universidad de Guanajuato] | [victor.nedi@gmail.com]

2 [Departamento de Música, División de Arquitectura, Arte y Diseño, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [a.perezsanchez@ugto.mx]

## Resumen

El desarrollo histórico de la música ha estado siempre fuertemente ligado con los avances científicos, en el sentido de que una nueva corriente estética musical o el desarrollo teórico musical, han estado basadas parcial o totalmente por alguna teoría, principio o idea científica o matemática. Inclusive ha sido el caso de matemáticos o científicos que han aportado directamente al desarrollo teórico de la música, uno de los casos más famosos es el del matemático griego Pitágoras. Este trabajo busca hacer una revisión bibliográfica de fuentes que relacionen ambas disciplinas, con la intención de poder observar líneas de investigación interdisciplinar, para en una etapa posterior realizar un recorrido histórico de los aportes hechos por la teoría matemática específicamente hacia la música.

## Abstract

The historical development of music has always been strongly linked to scientific achievements, meaning that every new musical aesthetic trend or musical theoretical development has been partially or even wholly based on some scientific theory, principle or mathematical idea. There have been cases of mathematicians and scientists who have directly contributed to this theoretical development of music, one of the most famous cases being the Greek mathematician, Pythagoras. This paper seeks to complete a review of literature at the crossroads of these two disciplines with the aim of observing interdisciplinary lines of inquiry to prepare for the next phase of this research, which is to take a historical tour of the contributions made by mathematical theory specifically on music.

## Palabras Clave

Matemáticas; Interdisciplinar; Música; Composición musical; Bibliografía

## INTRODUCCIÓN

La escuela pitagórica centraba su visión del mundo en los números. Los números era lo primero que se presentaba en la naturaleza y por ende todo en ella debía ser hecha a imagen de los números. Esta visión llevo al filósofo y matemático griego Pitágoras a un estudio sobre las relaciones y proporciones entre los sonidos, lo que más tarde derivó en la teoría interválica de la música. A partir de aquí se formó una relación entre las matemáticas y la música que se mantiene hoy en día.

Este trabajo surge debido a la escasa bibliografía en español que abarca el estudio interdisciplinar de ambas ramas y la poca accesibilidad o dificultad que tiene un alumno de la licenciatura en Música para poder comenzar un estudio, trabajo compositivo o investigación que abarque ambas ramas. Se buscó a partir del material obtenido, proponer nuevas líneas de investigación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se centró en obtener y hacer una revisión breve de materiales bibliográficos disponibles. Esta disponibilidad viene de cuatro fuentes: la biblioteca del Departamento de Música y la biblioteca de Centro en Investigación en Matemáticas (CIMAT). Para complementar las fuentes, también se consultó el acervo personal del Dr. Alfonso Pérez Sánchez; y material libre de internet. No obstante, el acervo de las bibliotecas del departamento de Música y del CIMAT fueron suficientes al ser especializadas para el estudio de este trabajo. Dicho sea de paso, se consultó de manera electrónica el acervo de las otras bibliotecas de la Universidad de Guanajuato para confirmar que no había material extra fuera de las bibliotecas antes mencionadas.

Una vez que se tuvo el material se procedió de la siguiente manera: 1) Revisión de los contenidos por medio del índice, 2) Lectura detallada de los capítulos que tuvieran una relación directa con el objeto de estudio de esta investigación, 3)

Consulta de la bibliografía para una posible expansión del material, 4) Clasificación del material y discusión de una posible línea de investigación interdisciplinar a partir de éste.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observamos la necesidad de hacer una clasificación del material en: a) Material que exclusivamente hace un estudio de la interdisciplina entre las matemáticas y la música; y b) Material de naturaleza compositiva y matemática, esto es, trabajos que mencionen aplicación directamente matemática en una obra o método compositivo.

En la primera tabla se enlistan los libros que son exclusivos de material interdisciplinar, ordenados por fecha de publicación.

Tabla 1:

Libro o material	Acervo
[1] Science and Music. Jeans, Sir James	CIMAT
[2] Music, Physics and Engineering. Olson, Harry F.	CIMAT
[3] Music, Sound and sensation a modern exposition. Winkel, Fritz	CIMAT
[4] Música y teoría de grupos finitos: 3 variables booleanas. Estrada, Julio	Dep. de Música
[5] Bridges, Mathematical connections in art, music and science. Reza, Sarhangi	CIMAT
[6] Mathematics and music: a diderot mathematical forum. Assayag, Gerard.	Dep. de Música
[7] The science of musical sound. Pierce, John R.	Dep. de Música
[8] Statistics in musicology. Beran, Jan	CIMAT
[9] Musimathics: a guided tour of the mathematics of music. Loy, Gareth	CIMAT
[10] The math behind the music. Harkleroad, León	CIMAT

[11] Music and Mathematics, From Pythagoras to Fractals. Fauvel, John.	Dr. Alfonso Pérez
[12] Mathematics and Music. Wright, David	CIMAT
[13] Musical mathematics: on the art and science of acoustic instruments. Forster, Cris.	Dep. de Música

En la tabla 2, tenemos el material de naturaleza compositiva y matemática, ordenados de forma cronológica:

**Tabla 2:**

Libro o material	Acervo
[14] Formalized music. Thought and Mathematics in Composition. Xenakis, Iannis	Dep. de Música
[15] Elements of computer music. Moore, F. Richard	Dep. de Música
[16] A Dictionary of electronic and computer music technology: instruments, terms, techniques. Dobson, Richard	Dep. de Música
[17] The Computer music tutorial. Roads, Curtis	CIMAT

Haciendo una lectura y revisión del material comprendido en 17 textos especializados, observamos que los puntos de discusión principales se centran en las siguientes temáticas: a) Estructura física del sonido, b) Acústica y construcción de los instrumentos, c) Temperamento y afinaciones, d) Composición por computadora usando algún lenguaje de programación.

Es importante señalar que, si bien los temas son de vital importancia, éstos son repetitivos en varios de los libros mencionados, y pocos son los títulos que proponen algún nuevo sistema de análisis musicológico. En relación con lo segundo, se puede mencionar el libro de Julio Estrada [4], en el cual hace uso de la teoría de grupos finitos para hacer un novedoso estudio de la música. Dándole al conjunto de las notas la estructura de grupo, estudia las relaciones armónicas e interválicas por

medio de las operaciones y propiedades comunes en un grupo.

En el caso de Jean Beran [8], hace un compendio de distintos trabajos estadísticos que conforman un estudio de distintos aspectos musicales. Es un texto con un gran valor musicológico, pero de difícil acceso para alguien con pocos conocimientos matemáticos.

La obra de Xenakis [14], reconocido compositor griego, habla del uso específico que hace de ciertas teorías en sus obras, relacionadas con lo que él llama “música estocástica”. Principalmente hace uso de funciones de distribución probabilística como un parámetro para la textura de sus obras. Cuando emplea estas distribuciones, utiliza valores dados por su juicio estético en las ecuaciones que utiliza, además de hacer acotaciones o redondeos hechos también con su juicio. De esta forma aplica criterios personales que le dan un valor estético personal del compositor.

Es muy importante mencionar que todo este material es de un acceso limitado para un estudiante de la licenciatura en música, debido principalmente al alto nivel técnico que manejan los textos, si se tienen en cuenta que sólo los estudiantes de composición con intereses en la música del siglo XX buscan comprender la manera en que los compositores de dicho siglo conceptualizaron su quehacer compositivo. También, no todas las ideas están aterrizadas a una aplicación musical, como es el caso del texto de Xenakis o el de Beran, sino pudieran percibirse como desarrollos teóricos interdisciplinarios que buscaban expandir la racionalidad de la composición como proceso lógico.

Posibles aplicaciones de esta interdisciplina se podrían encontrar en formas de análisis musical más elaboradas sobre la partitura, que complementen el análisis formal y armónico que actualmente se utiliza. Otra rama de estudio que puede expandirse utilizando la estadística aplicada al estudio de las interpretaciones contenidas en las grabaciones sonoras del siglo XX, donde software especializado ofrece la posibilidad de estudiar y analizar material sonoro de manera cuantitativa como es sugerido por Pérez Sánchez [18] en un artículo académico publicado en 2013, ya que dichos recursos informáticos podrían ayudar a comprender los conceptos teóricos musicales

abordados por los compositores de dicho siglo cuando se avocaron a cuantificar y seriar de forma matemática la composición musical.

Esta problemática se puede abarcar desde distintas vías, aunque lo mejor sería que incluyera la participación de músicos que puedan realizar una justificación musicológica de lo que ocurre en una composición musical en dicho nivel de abstracción explicada de tal forma que el lenguaje matemático empleado sea accesible al resto de sus colegas; también requeriría la colaboración de matemáticos y estadísticos con conocimientos de música que puedan ayudar a potenciar el rigor con que se podrían estudiar cuantitativamente los parámetros musicales de una obra artística.

Por nuestra parte, en la siguiente etapa de esta investigación se realizará estudio de esta fuente bibliográfica para redactar un texto académico que muestre un recorrido histórico-cronológico de los principales aportes hechos por la teoría matemática específicamente hacia la música.

## CONCLUSIONES

Hemos visto que a pesar de haber una cantidad de material considerable que abarca la interdisciplina de música y matemáticas, son pocas las obras que se aterrizan desde un análisis musicológico, es decir, que le proporcionen herramientas a un músico, ya sea instrumentista, compositor o musicólogo, en un lenguaje más accesible. Por ello, es necesario desarrollar textos introductorios o divulgativos sobre estas fuentes para que sean un material asequible para los músicos, ya que de momento estos trabajos requieren tener un alto nivel de conocimiento matemático para ser leídos de manera fluida por los especialistas en música.

En ese sentido, quizá el mayor aporte se podría dar cuando haya una mayor comunicación entre departamentos de matemáticas y de música de Universidades o centros de investigación que promuevan la formación de grupos de trabajo con integrantes de estas dos áreas para poder crear textos especializados y divulgativos que puedan ser comprendidos, digeridos y aplicados por las comunidades académicas de ambas disciplinas.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento enorme al Dr. Alfonso Pérez Sánchez por su apoyo y dirección para la realización de este trabajo, así como por dejarme consulta su acervo personal en la búsqueda de textos que no estuvieran en bibliotecas mencionadas al inicio de este trabajo. También quisiera agradecer a la Universidad de Guanajuato por la disposición de sus espacios y bibliotecas y la realización de este verano de investigación que permite a los estudiantes de licenciatura enfocar su atención en algún tema científico de interés guiados por un académico de la Universidad.

## REFERENCIAS

- [1] Jeans, Sir James (1937). *Science and Music*. New York: The Macmillan Company; Cambridge, England: University Press.
- [2] Olson, Harry F. (1966). *Music, Physics and Engineering*. Dover
- [3] Winckel, Fritz (1967). *Music, Sound and sensation a modern exposition*. New York: Dover.
- [4] Estrada, Julio (1984). *Música y teoría de grupos finitos: 3 variables booleanas con un resumen al inglés*. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- [5] Reza, Sarhangi (1998). *Bridges, Mathematical connections in art, music and science*.
- [6] Assayag, Gerard (2002). *Mathematics and music: a diderot mathematical forum*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- [7] Pierce, John R. *The science of musical sound*.
- [8] Beran, Jan (2004). *Statistics in musicology*. Boca Raton; London; New York; Washington D.C.: Chapman & Hall/CRC.
- [9] Loy, Gareth (2006). *Musimathics: a guided tour of the mathematics of music*. Cambridge MA: MIT Press
- [10] Harkleroad, Leon (2006). *The math behind the music*. Cambridge University Press.
- [11] Fauvel, John (2006). *Music and Mathematics, From Pythagoras to Fractals*. Oxford University Press.
- [12] Wright, David (2009). *Mathematics and Music*. American Mathematical Society.

[13] Forster, Cris (2010). Musical mathematics: on the art and science of acoustic instruments. San Francisco: Chronicle Books

[14] Xenakis, Iannis (1971). Formalized Music. Thought and Mathematics in Composition. (Revised edition: Sharon Kanach ed. 1990. Stuyversan NY: Pentagon Press).

[15] Moore, F. Richard (1990). Elements of computer music. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

[16] Dobson, Richard (1992). A Dictionary of electronic and computer music technology: instruments, terms, techniques. Oxford, England: Oxford University Press.

[17] Roads, Curtis (1996). The Computer music tutorial. Massachusetts: MIT Press.

[18] Pérez Sánchez, Alfonso (2013). Líneas de investigación, fuentes y recursos en relación con la grabación sonora". España: TRANS-Revista Transcultural de Música, 17, edición julio.