



## Matemática, Física y Música: Interdisciplina entre Arte y Ciencia

Lucas Josué **Villagra**

Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Salta  
Argentina

[lucasjosuevillagra@gmail.com](mailto:lucasjosuevillagra@gmail.com)

María de las Mercedes **Moya**

Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Salta  
Argentina

[maritamoyaster@gmail.com](mailto:maritamoyaster@gmail.com)

Andrea Carolina **Monaldi**

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Salta.  
Argentina

[acmonaldi@gmail.com](mailto:acmonaldi@gmail.com)

La Matemática es una de las disciplinas científicas con mayor aplicabilidad en distintos campos de estudio, aún en aquellos que en el imaginario social no están relacionados, entre ellos el arte y en particular la Música (Aceff, y Lluís-Puebla, 2006). Este trabajo propone el abordaje interdisciplinario entre aspectos que vinculan conceptos matemáticos, con nociones de la física del sonido y las bases de la teoría musical. Se busca, por un lado, “algebrizar” la música desde la Teoría de Grupos y, por otro, “musicalizar” funciones con el Análisis Armónico incorporando elementos de la física del sonido (Contreras de la Fuente, Díez Bedmar y Pacheco Torres, 2007). Como resultado, surge una propuesta para enriquecer la enseñanza-aprendizaje de ciertos conceptos matemáticos para docentes y alumnos del Profesorado en Matemática y carreras afines. La misma, fue sintetizada en un Taller dictado en el marco de las II Jornadas de Enseñanza de la Matemática en 2017, en la Universidad Nacional de Salta (Argentina), titulado: “Matemática, Física y Música. Una orquestación interdisciplinar” (Moya, Monaldi y Villagra, 2017), de nueve horas de duración distribuidas en tres días.

Con metodología lúdica, se procuró un aprendizaje por descubrimiento, analogía y aproximación, facilitando a los asistentes recursos tecnológicos tales como videos, instrumentos musicales, teclado virtual y el software MATLAB. Tras una introducción audiovisual y debate sobre la formación de la escala pitagórica y las relaciones de proporción entre notas, se buscó la “construcción” matemática formal de las notas musicales a distintas octavas por Relaciones de Equivalencia (RdE) entre números reales. Esto permitió definir un isomorfismo entre las notas musicales y dichos números: así, por ejemplo, sin importar en qué octava se encuentran, las infinitas notas DO (C) están en la misma clase de equivalencia. Análogamente, mediante teclado virtual, se introdujo la noción de Intervalos Musicales, para luego construirlos a través de RdE.

Posteriormente, a partir de conceptos básicos de física ondulatoria, se pudo incorporar la representación de sonidos mediante funciones sinusoidales de distinta frecuencia y extensión, estableciendo el rango de frecuencias audibles. Se enfatizó que las notas musicales de la escala pitagórica se asocian a frecuencias específicas. En esta instancia cobró sentido aquel número real designado a una nota que surgía como representante de las clases de equivalencia; éste no había sido elegido al azar, pues resulta ser la frecuencia de estas funciones. Se estableció la relación entre la extensión de las funciones y las figuras musicales (duración de la nota); por último, se introdujo la idea de timbre explorando el sonido de una nota en distintos instrumentos. Formalmente, se lo vinculó con la forma de la función que representa el sonido: una suma de sinusoides de distintas frecuencias, peso y amplitud (la fundamental y sus armónicos). Como aliado tecnológico, el software MATLAB posibilitó programar, a través de comandos sencillos, las notas musicales a partir de distintas sinusoides, permitiendo visualizarlas y sonificarlas.

La incorporación de los conceptos matemáticos, físicos y musicales involucrados permitió a los cursantes, como actividad final, construir un fragmento de pieza musical (cuidadosamente elegida) a través de una función definida por ramas y sonificarlo en MATLAB. Por ejemplo, una de las consignas del Taller pide construir la escala musical con sus frecuencias correspondientes, a partir de  $C=261$  Hz. Así obtuvieron, entre otras, que la nota RE (D) corresponde a  $(9/8)C$ . Luego, se pide modelizar un fragmento musical a partir de su partitura (“Imagine” de John Lennon, “Feliz Cumpleaños”, entre otros). La Figura 1, muestra la función por ramas planteada para “Feliz Cumpleaños”, donde  $T$  representa la duración prefijada de la Negra, y  $\varepsilon$  una variación pequeña de tiempo que indica una “respiración”.

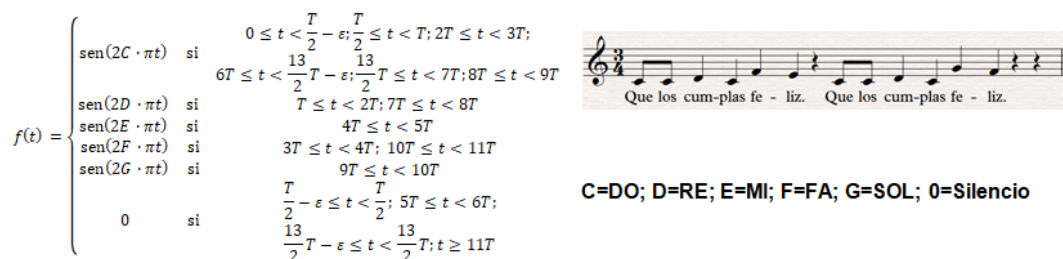


Figura 1. Función por ramas y partitura de “Feliz Cumpleaños”.

La sonificación y visualización mediante software, permitió conjugar los aspectos principales del Taller, convirtiendo a la computadora en una suerte de “instrumento musical”. Como resultado de la experiencia, el 80% de los asistentes sonificaron un fragmento musical, uno de los objetivos principales del trabajo. No obstante, la complejidad de los temas abordados fue un obstáculo didáctico que generó conflictos metacognitivos en los asistentes, brindando variables a tener en cuenta para futuros cursos.

### Referencias y bibliografía

- Aceff, F., Lluís-Puebla, E. (2006). Matemática en la Matemática, Música, Medicina y Aeronáutica. Publicaciones Electrónicas. Sociedad Matemática Mexicana.
- Contreras de la Fuente, A., Díez Bedmar, M., Pacheco Torres, J. (2007). Las matemáticas y la evolución de las escalas musicales. SUMA54. 43-49.
- Moya, M., Monaldi, A., Villagra, L. (2017) Matemática, Física y Música. Una orquestación Interdisciplinar. Salta, Argentina. Segundas Jornadas de Enseñanza de las Matemáticas. Disponible en: [https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1ziS8cE\\_yFBQR7oWtQmkSe28NmPc\\_m5Zw](https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1ziS8cE_yFBQR7oWtQmkSe28NmPc_m5Zw).