

### 1. Introducción

Con frecuencia, cuando un recién conocido se interesa por mi trabajo y le informo de que trabajo con matemáticas y música, la reacción suele ser una divertida mezcla de sorpresa e incredulidad. Tras esos momentos iniciales de desconcierto, las posturas se vuelven tan variadas como los colores. Hay algunos que afirman con aplomo: “Sí, ya se sabe que las matemáticas y la música están muy relacionadas” (pero en ocasiones no estoy seguro de que a se refieren exactamente). Otros, más despistados, mencionan varios *físicos* conocidos por su gran amor a la música, principalmente Einstein. Otros, más sinceros, confiesan no entender cómo algo tan abstracto como las matemáticas puede tener algo que ver con la música, algo tan artístico y emocional (como si las matemáticas no compartiesen esas características con la música). Actualmente, el estudio de la música por parte de las matemáticas y la computación en el mundo de la investigación está consolidado en buena medida y ya se ve, en general, como algo normal. Sin embargo, esa relación no ha estado, ni probablemente en el futuro lo estará, libre de tensiones respecto a los alcances y extralimitaciones de las matemáticas y la computación en la música. El artículo de este mes trata de acercar al gran público la naturaleza de esa relación y esbozar las tensiones epistemológicas que hay entre ellas.

En el tercer congreso International Conference on Mathematics and Computation in Music (MCM) celebrado en el [IRCAM](#) en 2011 se abordó el problema del alcance y extralimitaciones de los métodos matemáticos y computaciones en la investigación en música. Para tal fin, la organización del congreso invitó a tres panelistas, figuras reconocidas en su campo:

[Alan Marsden](#)

, profesor de música en la Universidad de Lancaster;

[Guerino Mazzola](#)

, matemático, músico, musicólogo y profesor en la Universidad de Minnesota; y

[Geraint Wiggins](#)

, profesor de creatividad computacional en la Universidad de Londres (Queen Mary) y musicólogo computacional. El tema de la sesión fue

*bridging the gap: computational and mathematical approaches in music research*

(acortando distancias: métodos matemáticos y computacionales en la investigación de la música). La sesión resultó ser

fructífera, con gran participación del público,

y por ello los editores de la revista Journal of Mathematics and Music decidieron dedicar un número especial a esta cuestión bajo el título

*Mathematical and computational approaches to music: challenges in an interdisciplinary enterprise*

; véase [

[VH12](#)

]. Los panelistas recibieron cuatro preguntas sobre las que elaborar sus intervenciones. Estas

fueron:

1. Beneficios: ¿cuáles han sido las contribuciones claves de las matemáticas y la computación a la investigación de la música?
2. Errores: ¿Cuáles son los ejemplos de errores en la aplicación de los métodos matemáticos y computacionales a la investigación de la música en el pasado? ¿Cómo podemos aprender de esos errores?
3. Retos: ¿A qué retos se enfrentan los métodos matemáticos y computacionales en la investigación de la música? ¿Cuáles son las cuestiones por explorar que tienen el potencial de ampliar nuestro entendimiento de la música con la ayuda de las matemáticas y la computación? ¿Qué pasos han de darse para que las matemáticas y la computación desarrollen todo su potencial en la investigación de la música?
4. Discurso interdisciplinar: ¿Cómo se pueden fortalecer las conexiones entre los tres campos? ¿Hay maneras diferentes de entender la música en las tres disciplinas? ¿En qué contextos son las diferencias entre los tres campos útiles para fomentar investigaciones originales y novedosas? ¿Cuándo dichas diferencias suponen un escollo para una verdadera investigación interdisciplinar y qué se necesita hacer para superarlo?

El mencionado artículo [ [VH12](#) ] contiene un resumen de las discusiones entre los panelistas. En este artículo expondré las principales aportaciones de los panelistas (en la sección siguiente, en cursiva) y las comentaré para el lector (en tipo de letra normal).

### 2. Beneficios, errores, retos y discurso interdisciplinar

Beneficios:

1. *Contribuciones importantes a la tecnología (formato mp3, sistema de recomendación, análisis automático, etc.)*. Los panelistas nombran estas pocas, pero en realidad hay muchísima computación y matemáticas detrás de ellas. Por ejemplo, los sistemas de recomendación llevan implícitos sistemas de similitud musical –que incluyen similitud melódica, rítmica y tímbrica–, así como complejos procesos de etiquetación, reconocimiento de patrones, búsqueda en bases de datos y otros.

2. *Clarificación conceptual de términos musicales*. Ciertamente, la formalización matemática de ciertos conceptos musicales ha llevado a una clarificación de estos. Por ejemplo, la teoría de la afinación ha sufrido una gran formalización por parte de matemáticos e informáticos; véase, por ejemplo, el capítulo 5 del libro de Benson [

[Ben06](#)

].

3. *Visión más general de la música.* Sin duda, el estudio de la música desde otros puntos de vista, como puede ser el de encontrar sus estructuras básicas o sus reglas de formación, ha contribuido a una comprensión más profunda de ese fenómeno multidimensional y complejo que es la música.

4. *Estudio de la evolución musical.* Este es un problema fascinante en que varios autores han trabajado: ¿Cómo cambia el fenómeno musical? Para un ejemplo en el campo del ritmo véanse [ [Tou02](#) ] y [ [Tou03](#) ].

5. *Creación de herramientas para la enseñanza musical.* En varios conservatorios ya se usa un enfoque mixto en la enseñanza de la música. Por ejemplo, la teoría de escalas o el círculo de quintas se puede enseñar en un contexto músico-matemático. Véase el excelente libro de Scott Beall [ [Bea00](#) ].

Fracasos:

1. *Estudio de la música en sí misma sin tener en cuenta sus procesos.* Este error es más común de lo deseable entre matemáticos e informáticos que estudian la música. Sin lugar a dudas, la música es un fenómeno y como tal puede estudiarse, pero también es el resultado de un complejo proceso que va desde la onda de sonido a la emoción. A veces ignorar la importante dimensión de proceso de la música invalida una investigación.

2. *Estudiar la teoría de la música sin tener en cuenta su dimensión cognitiva.* Este es, a mi juicio, uno de los errores más graves que se pueden cometer en el estudio de la música. En última instancia, la música cobra sentido porque hay un oyente que la escucha y procesa. Ignorar la dimensión cognitiva vacía de sentido a la investigación musical. Lamentablemente, muchos investigadores rechazan ponerse al día de la bibliografía de cognición musical. Para una primera toma de contacto, recomendamos el libro de Radocy y Boyle [ [RB03](#) ].

3. *Ignorar los aspectos físico-acústicos a favor de los aspectos puramente formales.* No es posible estudiar la música con profundidad y de manera pertinente si no se estudian varios de sus aspectos más importantes.

4. *Formalización excesiva de algunos objetos musicales (escalas, modos, etc.).* En ocasiones, el aparato matemático-computacional que se usa para formalizar los objetos y procesos musicales no está justificado. Parece más una querencia del investigador que una necesidad real de tal formalización.

5. *Uso excesivo de la abstracción.* Alcanzar un punto razonable de abstracción en la investigación matemática de la música no es fácil, y a veces se han cometido excesos al respecto.

### Desafíos:

1. *Los musicólogos desconocen las herramientas que ofrecen las matemáticas y la computación*. Este es un hecho triste. Creo que por una parte tiene que ver con el rechazo de una parte de los musicólogos hacia la musicología cuantitativa y, en particular, a la computacional. Y por otro lado, sospecho que tiene que ver con la falta de formación computacional. También culparía a los propios matemáticos e informáticos, cuyo lenguaje e interfaces no son desde luego un ejemplo atrayente para los musicólogos menos expertos en computación. El desafío, pues, consiste en que los musicólogos -sobre todos los históricos y culturales- empiecen a usar estas formidables herramientas.

2. *Modelizar el carácter impreciso y multidimensional de la música*. Indudablemente, hacen falta modelos flexibles y potentes que sean capaces de reflejar toda la complejidad de la música.

3. *Comprobación empírica de los modelos computacionales*. Este es otro de los problemas más graves en este tipo de investigación. Con frecuencia, se presenta un modelo que trata de explicar un proceso musical. En el peor caso, se pone encima de la mesa sin ninguna comprobación de ningún tipo; en otros casos, las comprobaciones son sobre búsquedas en base de datos o con experimentos más o menos artificiales. Como dije antes, hace falta la comprobación empírica sobre sujetos, esto es, con seres humanos. En [la columna de marzo de 2011](#)

de esta sección se puede leer un ejemplo explicado; es el de la similitud rítmica en el flamenco. Se describen tanto el modelo matemático como su validación perceptual.

4. *Aumentar el uso de las técnicas estadísticas*. El uso de los métodos estadísticos permite procesar mucha información musical, especialmente en los estudios de grandes corpus de música.

5. *Construir una mejor conexión entre racionalismo y empirismo*. Este es un desafío que casi podríamos calificar de eterno. La música es susceptible de estudiarse desde ambos puntos de vista y el verdadero carácter interdisciplinar consiste en la sabia combinación de ambos.

6. *Construir una metateoría de la música que integre varias disciplinas*. De nuevo, esta es una aspiración interdisciplinar que de materializarse haría avanzar sustancialmente la musicología en su conjunto.

7. *Modelizar el comportamiento musical y no solo la música en sí*. Este desafío reivindica el aspecto conductual de la música; de nuevo, véase el libro de Radocy y Boyle [

[RB03](#)

].

### Discurso interdisciplinar:

## 40. (Octubre 2012) Alcance y extralimitaciones de las matemáticas y la computación en la música

Escrito por Paco Gómez Martín (Universidad Politécnica de Madrid)  
Miércoles 24 de Octubre de 2012 11:00

---

1. *La humildad es esencial para el trabajo interdisciplinar.* Si se lleva a cabo un estudio interdisciplinar, esta es la actitud mínima que uno puede pedir al respecto. Sin embargo, hay mucha arrogancia tanto por parte de los estudiosos desde el punto de vista científico como del de las humanidades. Con mucho acierto y buena dosis de valentía, Parncutt denuncia esta situación en un artículo de 2007 [

[Par07](#)

]; recomendamos vivamente su lectura.

2. *Hay que ser honesto respecto al alcance de la investigación.* No porque se investigue la música desde un campo este ha de ser el más importante. Es fundamental reconocer el papel del resto de las disciplinas que estudian la música.

3. *Hay que ser honesto respecto a lo que es importante.* Sin honestidad no hay investigación verdadera.

4. *Reconocer sinceramente las múltiples facetas de la música.* El estudio de la música requiere una verdadera actitud humanista.

5. *Contrastar las teorías computacionales con experimentos requiere mucha colaboración interdisciplinar.* Este punto recoge la necesidad antes expresada de la validación perceptual de las teorías matemáticas y computacionales.

### 3. Conclusión

Como puede comprobar el lector los retos en estos campos interdisciplinarios de la musicología computacional y la tecnología musical son formidables. Una vez más insistimos en que el avance de las disciplinas está condicionado a la verdadera colaboración interdisciplinar, algo que a mucha gente le encanta nombrar como sello de modernidad, pero que pocos practican con fe. Uno de los grandes escollos para esa colaboración es la formación de los investigadores. La mayoría o bien son científicos o musicólogos, y muy pocos son ambos. Mi opinión es que hace falta ser las dos cosas, siquiera sea por un problema de lenguaje. Lamentablemente, el tipo de carrera mixta que exigiría esa nueva formación no existe en casi ninguna facultad.

### Bibliografía

#### 40. (Octubre 2012) Alcance y extralimitaciones de las matemáticas y la computación en la música

Escrito por Paco Gómez Martín (Universidad Politécnica de Madrid)  
Miércoles 24 de Octubre de 2012 11:00

---

[Bea00] S. Beall. *Functional melodies: Finding mathematical relationships in music*. Key Curriculum Press, 2000.

[Ben06] D. Benson. *Music: A Mathematical Offering*. Cambridge University Press, 2006.

[Par07] R. Parncutt. *Systematic musicology and the history and future of western musical scholarship*. *Journal of Interdisciplinary Music Studies*, 1:1–32, 2007.

[RB03] R. E. Radocy and D. J. Boyle. *Psychological Foundations of Musical Behaviors*. Charles C. Thomas, Springfield, Ill., 2003.

[Tou02] Godfried T. Toussaint. *A mathematical analysis of African, Brazilian, and Cuban clave rhythms*. In Proceedings of BRIDGES: Mathematical Connections in Art, Music and Science, pages 157–168, Towson University, Towson, Maryland, U.S.A., July 27-29 2002.

[Tou03] Godfried T. Toussaint. *Classification and phylogenetic analysis of African ternary rhythm timelines*. In Proceedings of BRIDGES: Mathematical Connections in Art, Music and Science, pages 25–36, Granada, Spain, July 23-27 2003.

[VH12] A. Volk and A. Honing. *Mathematical and computational approaches to music: challenges in an interdisciplinary enterprise*. *Journal of Mathematics and Music*, 6(2):73–81, 2012.