

La música también cuenta: combinando matemáticas y música en el aula

Music also Matters: Combining Math and Music in the Classroom

A. Casals Ibáñez
Facultat de Ciències de l'Educació
Universitat Autònoma de Barcelona
08193 Cerdanyola del Vallès
Albert.Casals@uab.cat

Carmen Carrillo Aguilera
Facultad de Educación
Universitat Internacional de Catalunya
08017 Barcelona
ccarrillo@uic.cat

C. González-Martín
Facultat de Formació del Professorat,
Universitat de Barcelona
08035 Barcelona
cgonzalezm@ub.edu

Recibido: 12-08-2014 Aceptado: 25-11-2014

Resumen

Es bien conocida la estrecha e histórica relación entre música y matemática. De hecho, numerosos músicos y científicos han puesto de manifiesto las conexiones existentes entre ambas disciplinas. En contraposición, existen muy pocas aportaciones, experiencias y materiales didácticos que vinculen ambas disciplinas en el medio escolar, especialmente en el contexto español. En el presente artículo se ilustra esta situación exponiendo, por un lado, el estado de la cuestión a nivel internacional y, por otro, la escasa producción académica en castellano. Partiendo de esta realidad, se presenta un proyecto europeo, el *European Music Portfolio: Sounding Ways into Mathematics*, que precisamente busca cubrir este déficit utilizando una perspectiva pedagógica que supere la estrechez disciplinaria aún predominante. En base a las experiencias escolares existentes, dicho proyecto se propone perfilar buenas prácticas, crear materiales y actividades, y diseñar cursos de formación del profesorado a nivel europeo. Finalmente, el artículo termina discutiendo en torno al interés y al potencial que contiene el proyecto dado el contexto sociopolítico y el escenario educativo españoles actuales.

Palabras clave: didáctica de la música, didáctica de la matemática, escuela primaria, proyecto europeo.

Abstract

The close and historical relationship between music and mathematics is well known. In fact, many musicians and scientists have highlighted existing connections between both disciplines. In contrast, there are very few contributions, experiences, and teaching materials that link the two disciplines in schools, particularly in the Spanish context. This article sheds light on this situation. For this purpose, we describe, on the one hand, the state of the art at an international level and, on the other hand, the limited academic production available in Spanish. Taking this reality as a starting point, the project *European Music Portfolio: Sounding Ways into Mathematics* is presented. This European project seeks to cover this deficit using a pedagogical perspective that goes beyond the narrowness of the disciplines, which still occupies a predominant position. Based on existing school experiences, this project aims to outline good practices, create materials and activities, and design teacher training courses at a European continental level. Finally, the article concludes by arguing in turn the interest and potential of the project given the current socio-political context and educational scenario in Spain.

Keywords: music education, mathematical education, primary school, European project.

1. Introducción

Cuando hablamos de escuchar o crear, nadie duda que se trate de competencias importantes para vivir en la sociedad actual. Para poner un simple ejemplo: ¿cuántas veces reclamamos que nuestros alumnos, familiares y amigos nos escuchen, no sólo nos oigan? Pese a ello, paradójicamente, nos encontramos en un contexto en el que la música, un área de enseñanza y aprendizaje que sin duda incide en trabajar estos aspectos, goza de escasa atención y valoración. Muestra de ello es la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), una nueva reforma educativa española que relega la música a asignatura opcional en la escuela y, en consecuencia, introduce la posibilidad de que algunos niños lleguen a adultos sin haber recibido ninguna clase de música.

Al mismo tiempo, las autoridades educativas españolas están preocupadas por elevar el nivel de matemáticas y de lengua del alumnado en edad escolar. Como en tantos aspectos en la escuela actual, la solución puede que no radique en la cantidad de horas sino en las metodologías y estrategias empleadas y, en último término, en la formación del profesorado. ¿Es posible, pues, que la solución de ambas problemáticas pase por caminos comunes?

En este contexto y con esta hipótesis, durante el curso 2013-14 ha empezado a desarrollarse un nuevo proyecto europeo, el European Music Portfolio: Sounding Ways into Mathematics (EMP-M). El EMP-M focaliza su interés en las relaciones existentes entre música y matemática, y en las posibilidades educativas que surgen como consecuencia de la integración de ambas disciplinas. En otras palabras, este proyecto no pretende sólo incidir y potenciar el aprendizaje de las dos materias sino, lo que es más importante, busca proporcionar un aprendizaje interdependiente entre ellas que redunde en una educación más holística.

En este artículo se presenta el EMP-M y sus posibles aportaciones en el marco socioeducativo español actual. Con este objetivo, en primer lugar se expone el estado de la cuestión en lo que concierne a la relación entre música y matemática tanto en el ámbito educativo español como en el internacional, posteriormente se describe el proyecto, y finalmente se valora la importancia que puede tener la puesta en marcha del EMP-M.

2. Música, matemáticas y educación

La existencia y el interés del espacio en el que confluyen la música, la matemática y la educación no es ninguna novedad y, de hecho, goza de una importante trayectoria en distintos países. Aún así, se encuentra poco presente en el ámbito científico español. A continuación se mostrará el marco internacional para pasar después a analizar las aportaciones existentes en la literatura académica en lengua castellana.

2.1 Antecedentes y referentes internacionales

Existe una amplia bibliografía que relaciona música y matemática. Anderson (2014), Rothstein (1995), Steinitz (1996), Vaughn (2000) y Xenakis (1992) son algunos de los referentes entre los innumerables autores que han escrito sobre esta temática en el ámbito internacional. Complementariamente, a esta literatura se le debe añadir las biografías y obras de músicos con evidentes intereses matemáticos –Bach, Bartók, Mozart, Schillinger, Schönberg, Stockhausen o el mismo Xenakis serían algunos ejemplos remarcables– y matemáticos que entienden la música como parte importante en su vida –con Pitágoras y Einstein como ejemplos paradigmáticos–. Muestra del evidente interés que suscitan los trabajos acerca de la relación entre música y matemática es también la existencia de una revista de referencia a nivel internacional, el *Journal of Mathematics and Music*, que cuenta con factor de impacto en *Journal Citation Reports* y cuyo objetivo es difundir investigaciones y análisis matemáticos en torno a procesos, estructuras y obras musicales.

En el ámbito educativo también existe una importante tradición investigadora que ahonda en esta relación, especialmente en Norteamérica aunque también en otros países como Australia o Reino Unido. De esta línea de investigación, es particularmente notable todo lo que concierne a las repercusiones de la educación musical para el aprendizaje matemático (An, Capraro y Tillman, 2013; Gardiner et al., 1996; Geoghegan y Mitchelmore, 1996; Sanders, 2012). En general, estos estudios coinciden en señalar que la instrucción musical repercute de forma positiva sobre las habilidades relacionadas con la matemática o en los resultados obtenidos por el alumnado en pruebas matemáticas. Así, investigaciones como las de Boyd (2013) o Cheek y

Smith (1999) subrayan que recibir clases de música durante un tiempo prolongado incide de forma aún más positiva sobre el rendimiento del alumnado en esta materia.

Acerca de las posibilidades educativas que surgen como consecuencia de la combinación de ambas materias, Suiza y Estados Unidos de Norteamérica son quizás dos de los países en los que se han difundido un mayor número de prácticas y materiales docentes. En estos países destacan, respectivamente, Markus Cslovjecsek y Song An como autores que han liderado aportaciones especialmente remarcables a nivel didáctico.

Los tres volúmenes de *Mathe macht Musik* (Cslovjecsek, 2001/2004) son un interesante referente. En estos libros se interrelaciona música y matemáticas desde una perspectiva educativa y claramente con la finalidad de aportar recursos prácticos, es decir, fácilmente aplicables en el aula. En síntesis, se proponen actividades a través de las cuales es posible trabajar las principales dimensiones matemáticas. Dichas actividades se presentan estructuradas a partir de contenidos clave (seriaciones, operaciones básicas, azar y probabilidad, geometría, etc.). Siguiendo la misma línea, en un artículo relativamente reciente, Cslovjecsek y Linneweber-Lammerskitten (2011) proporcionan algunos ejemplos sobre cómo trabajar conceptos matemáticos a través de la música.

Por su parte, An y Capraro (2011) proponen distintas actividades relacionadas con el diseño de instrumentos de diferentes culturas y de composición musical a partir de las cuales se pretenden trabajar diferentes conceptos matemáticos, profundizar en el repertorio musical clásico y contemporáneo y dar a conocer las características históricas y culturales de los lugares de donde proceden dichos instrumentos. Los norteamericanos Johnson y Edelson (2003) y Shilling (2002) han llevado a cabo trabajos similares pero que ponen mayor acento en el aprendizaje matemático que en el musical –la música como instrumento y no como finalidad–. Precisamente este enfoque unidireccional es el que predomina en la mayor parte de la bibliografía existente: se plantea desde la perspectiva o como vía para favorecer una de las disciplinas implicadas –generalmente las matemáticas– y raramente como posibilidad de aprender de forma holística. Esta observación puede aplicarse tanto a la investigación como a la práctica docente que queda registrada en libros, webs, blogs y similares.

2.2 El contexto hispanohablante

En el contexto hispanohablante, los referentes bibliográficos en torno a esta temática son más bien escasos. No obstante, tomando como base el constante contacto con maestros y futuros maestros que los autores tenemos, disponemos de la certeza de que existen prácticas de docentes que potencian un trabajo conjunto entre la música y las matemáticas, aunque pocas de ellas han sido publicadas o difundidas en los foros públicos de referencia. Como ejemplo de ello, podemos citar los espacios *Matemusicant* –una iniciativa de dos maestras de educación primaria que recoge actividades didácticas, recursos, curiosidades y enlaces bajo el lema “¿las mates con música o la música con mates?”– o Sumado –un blog impulsado por dos profesoras de instituto con propósitos y lema similares.

Ante la imposibilidad de recoger esta praxis intuita pero con pocas evidencias, a continuación nos referiremos a las publicaciones encontradas en el contexto científico-académico, con especial atención a aquellas que pertenecen al ámbito español.

Un primer análisis de cuatro revistas españolas de referencia en relación con la educación musical (*Revista Electrónica de LEEME, Música y Educación, Eufonía, RECIEM*) y tres de educación matemática (*UNO, Suma, Números*) saca a relucir una limitadísima presencia de artículos en relación con esta temática: menos de veinte artículos en los últimos quince años, de los cuales la mitad tienen el mismo autor y revista. La revista *Suma* hace algunos años que contempla una sección específica bajo el título “*Musymáticas*”, básicamente de carácter divulgativo y coordinado por el profesor Vicente Liern Carrión. En esta sección se exponen distintas experiencias enfocadas prioritariamente al contexto de educación Secundaria y estudios superiores.

Una segunda constatación fruto de este primer análisis bibliográfico pone de relieve la mayor presencia de esta temática en los foros matemáticos que en los musicales. Es posible que el perfil científico y teórico del matemático, en contraposición con el perfil artístico y aplicado del músico, sea una de las razones. En este sentido, sería interesante recabar datos acerca de cómo en los conservatorios y escuelas de música utilizan las matemáticas en el proceso de transmitir los conocimientos musicales, como también sobre los conciertos en directo que exploran dichas relaciones. Para ilustrar esta posibilidad, sirva de ejemplo el concierto impulsado en 2007 por el

Conservatorio Jesús Guridi de Vitoria en recuerdo al compositor Francisco Guerrero (1951-1997), quien acabó componiendo en colaboración con el ingeniero Miguel Ángel Guillén (1962-2007) como forma de mostrar la conexión entre la música y las matemáticas.

Un segundo nivel de análisis focalizado en el contenido de la bibliografía escrita en torno a la relación entre la música y las matemáticas en el ámbito educativo nos permite destacar la existencia de dos tipologías de publicaciones: una con un enfoque más bien teórico (sin experiencias o aportaciones didácticas) y otras con un enfoque más aplicado o didáctico (con estrategias, materiales o actividades de aula). Veámoslo con más detenimiento:

- Publicaciones teóricas: en este primer grupo encontramos artículos divulgativos sobre aspectos concretos (por ejemplo, Liern, 2008), aproximaciones más analíticas (como Navarra y Cian, 1994 o la revisión posterior de López y Gustems, 2007) o artículos de investigación educativa (sería el caso de Villasmil de Vásquez y Palomares, 2007). La principal aportación de estos artículos es mostrar la indiscutible e indispensable conexión entre la música y las matemáticas como base para planteamientos interdisciplinares en el aula. Para justificar dicha relación, los autores se remiten a los referentes históricos, hablando de la significación numérica dentro del campo musical (número 7, proporción áurea, serie Fibonacci) y de los músicos y matemáticos que han hecho explícito este binomio. Sin ser la finalidad primera, también se proponen y resuelven ejercicios, sobre todo matemáticos, que pueden servir como ejemplo a profesores de Secundaria y de estudios superiores.
- Publicaciones didácticas: en este segundo grupo, y dejando de lado la docencia universitaria, es interesante destacar que hay registradas más aportaciones centradas en educación Infantil (como Lázaro y Riaño, 2009; o Ayala et al., 2003) o en Secundaria (Arenzana y Arenzana, 1998) que en educación primaria. Del análisis bibliográfico realizado se deduce que es posible que esto suceda porque, por un lado, el trabajo con propuestas didácticas integradoras o interdisciplinarias concuerda con la forma de plantear el aprendizaje en educación infantil, donde se tiende a evitar la segregación del contenido en áreas y se ofrece el conocimiento de una forma más holística. Por otro lado, en los estudios teóricos hallados (ver punto anterior) se justifica la relación entre música y matemáticas presentando unos contenidos más propios de la educación secundaria

(ejercicios y cálculos complejos, ecuaciones, etc.), haciendo que sea más fácil adaptarlo a esta etapa.

En Primaria existen solamente pequeñas aportaciones, más anecdóticas que sustanciales (Segarra, 2008, o Liern, 2011, por ejemplo). La excepción la constituye el proyecto que se recoge en Venegas et al. (2013). Partiendo de una fundamentación teórica sólida, en este artículo se aporta una propuesta novedosa y directamente dirigida a la comunidad educativa. Concretamente, se desarrolla un programa informático que relaciona la música y las matemáticas, y se especifica su guía didáctica y evaluación. El proyecto se desarrolla en Chile y la mayoría de los investigadores implicados son sudamericanos. De este y otros trabajos consultados se desprende que existe un mayor interés en relación con la temática en Sudamérica que en el contexto español. En este sentido, cabe mencionar que otra autora con aportaciones destacadas es la argentina María Angelica Bustos (2007), quien expone dos investigaciones aplicadas en el aula que demuestran el potencial de unir música y matemáticas a partir de un material didáctico y de actividades útiles desde la perspectiva del profesorado.

Finalmente, basándonos en las aportaciones recogidas, podemos afirmar que aunque la inquietud por trabajar las matemáticas y la música conjuntamente en el ámbito educativo posee una larga trayectoria, parece que hoy en día está claramente en la agenda de un buen número de maestros y educadores. Muestra de ello son algunas iniciativas desde la escuela –como las comentadas al inicio de este apartado–; plataformas con trasfondo educativo como el caso de *ConCIENCIA Musical*; trabajos de final de máster; o el interés de futuros maestros por la temática y que se visualiza en los Trabajos de Final de Grado de distintas universidades españolas. Es posible que estas iniciativas y trabajos sean el resultado de un interés creciente por parte de la comunidad educativa, aunque quizá no estrictamente por esta temática en concreto sino por la búsqueda de nuevos modelos educativos ante los cambios y los retos en la sociedad actual.

En resumen, el estado de la cuestión que se ha presentado muestra la importancia e interés actual por la integración y las relaciones pedagógicas entre música y matemáticas, aunque al mismo tiempo adolece de una preocupante falta de propuestas y materiales didácticos específicos para la educación Primaria en el contexto europeo en general, pero muy especialmente en el español.

3. El proyecto EMP-M como oportunidad para la mejora educativa

El *European Music Portfolio: Sounding Ways into Mathematics* es un proyecto Comenius de tres años de duración (2013-2016), dentro del *Lifelong Learning Programme*. La *University of Applied Sciences Northwestern Switzerland (FHNW)* es la institución que lidera este proyecto que cuenta con nueve instituciones provenientes de siete países distintos: Suiza, Reino Unido, España, República Checa, Rumanía, Grecia y Alemania.

Los antecedentes del proyecto deben buscarse en la red internacional PRIME¹ –que hoy en día constituye uno de los *Special Interest Group* de la ISME– y en un anterior proyecto Comenius, el *European Music Portfolio: A Creative Way into Languages* (2009-2012)². En estos foros de ámbito transnacional se trabajó y se trabaja partiendo de los principios siguientes: a) la música es fundamental para el desarrollo de la persona; b) como arte que es, la música permite impulsar un aspecto básico a educar, la creatividad; c) más allá de su componente artístico, la música es un vehículo de expresión y comunicación que puede favorecer el aprendizaje de cualquier materia; y d) la educación debe superar la compartimentación disciplinar que el sistema tiene organizado (Ludke y Heinmann, 2012). En relación con esta última idea, tanto PRIME como el EMP-M defienden un enfoque educativo que permita llegar a un aprendizaje más holístico en el que la música y otras disciplinas estén integradas de forma que puedan favorecer el aprendizaje de ambas (en el sentido que plantean Viladot y Cslovjcek, en prensa).

Partiendo de este marco, el EMP-M focaliza su atención en las relaciones didácticas entre la música y las matemáticas, explorando nuevas posibilidades que permitan aportar actividades, materiales y estrategias a los maestros y las maestras de Primaria. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, no se trata de una relación dependiente –por ejemplo, la música como ayuda para las matemáticas– sino interdependiente. En consecuencia, los destinatarios son tanto el profesorado responsable de la enseñanza musical como el de la matemática, y sus beneficios deberían repercutir en primer lugar en la educación global del alumnado y, en segundo lugar, específicamente en los resultados obtenidos en las dos disciplinas implicadas.

¹ *Practice and Research in Integrated Music Education*: <http://www.sigprime.net/>

² Para información acerca de este proyecto, véase Viladot y Casals (2012) o la página web <https://www.emportfolio.eu>

En relación con el alumnado, el proyecto también pretende específicamente abordar un problema compartido a nivel europeo: la desafección y malos resultados matemáticos de una parte de la población escolar.

It [EMP-M] develops innovative and creative approaches to make the learning of mathematics more interesting, inquiry-based and engaging. This approach can have particular benefits for low achievers and students at risk. [El EMP-M desarrolla enfoques innovadores y creativos para hacer el aprendizaje de las matemáticas más interesante, atractivo y basado en la curiosidad del alumnado. Esta perspectiva puede aportar especiales beneficios a alumnos de bajo rendimiento y a estudiantes en situación de riesgo.] (EMP-M, 2014)

El proyecto se desarrolla en distintas fases:

1. Estado de la cuestión. Desde febrero de 2014 se ha venido realizando un análisis en profundidad de la relación entre música y matemática, tanto a nivel de conocimiento científico desde una perspectiva educativa, como de detección de proyectos, prácticas, actividades y materiales ya existentes en las escuelas europeas.
2. Creación de un banco de buenas prácticas. Como resultado del análisis realizado en la fase anterior así como del trabajo colaborativo con maestros en activo, durante los primeros meses del curso 2014-15 se seleccionarán y se ilustrarán modelos de buenas prácticas que quedarán recogidas en una plataforma *on-line*.
3. Selección, adaptación y diseño de actividades. Las actividades resultantes se experimentarán en escuelas de los distintos países participantes durante el curso 2014-15 para posteriormente dejar establecido un conjunto de actividades tipo que permita ilustrar las posibilidades existentes. Estas actividades deberán tener en común tres características: ser simples, creativas e inspiradoras de prácticas músico-matemáticas. Las actividades serán accesibles desde la página web del proyecto y se utilizarán en los futuros cursos y seminarios de formación.
4. Creación de cursos o programas de formación permanente de maestros, a nivel europeo y de cada uno de los países. En esta fase, prevista para el curso 2015-16, se diseñarán y experimentarán cursos piloto hasta llegar a una estructura formativa validada y consensuada por todos los integrantes del EMP-M.

5. Difusión de los productos resultantes (cursos, materiales, actividades, buenas prácticas) en foros educativos e implementación de los resultados del proyecto en la formación inicial del profesorado y en proyectos educativos escolares.

Es importante destacar que los equipos de trabajo de cada una de las instituciones participantes están formados tanto por expertos en didáctica de la música como en didáctica de la matemática, así como por formadores de maestros y maestras en activo. Esta estructura de los equipos pretende hacer confluir teoría y práctica, con lo que las innovaciones propuestas estarán al mismo tiempo fundamentadas y experimentadas en el medio escolar. De hecho, el proyecto trabajará con cerca de 40 escuelas piloto distribuidas por todos los países participantes.

En consonancia con esta postura, el planteamiento del proyecto no es el de hacer innovación en el sentido de crear algo nuevo, sino de innovar en el sentido de diagnosticar las problemáticas y proponer mejoras posibles, adecuadas y efectivas (Camps, 2010). En esta línea, el EMP-M cree que en las escuelas de Europa existen muy buenos profesionales y prácticas que se deben aprovechar. Por este motivo, dos finalidades básicas del proyecto son hacer emerger y consolidar buenas prácticas y actividades que ya están realizándose en las escuelas, e incentivar y dar soporte a la creatividad de los maestros como punto de apoyo para un enfoque global e innovador de la enseñanza y el aprendizaje.

3. Retos y oportunidades en el contexto español

Una vez presentado el proyecto y sus finalidades a nivel europeo, a continuación nos fijaremos en sus implicaciones para las escuelas españolas teniendo en cuenta el contexto sociopolítico y educativo actual.

Como avanzábamos en la introducción, la educación musical ha estado en el centro de la polémica a raíz de la implementación de la LOMCE (2013) y ciertos sectores de la sociedad han manifestado su preocupación por la educación artística y cultural. Ante los primeros rumores de la no obligatoriedad de este tipo de asignaturas en el nuevo currículum, los colectivos de maestros de música de todo el Estado se empezaron a movilizar para mostrar su desacuerdo con la ley

educativa actual. Se estableció un manifiesto conjunto de las enseñanzas musicales y de los profesionales de la música ante la LOMCE, publicado en abril 2013 en la página web de la Confederación de Asociaciones de Educación Musical del Estado Español (COAEM, 2013). En pocos meses, decenas de entidades y un buen número de personalidades dieron su apoyo a dicho manifiesto.

En contraposición, en los últimos años han surgido un número creciente de investigaciones educativas en el marco español (por ejemplo, Andreu y Godall, 2012; o Reyes, 2011) que están poniendo de manifiesto la importancia que la música y el arte tienen para el aprendizaje y el desarrollo de la persona. Si bien esta idea no supone una novedad –y menos a nivel internacional–, sí que es posible que sean una importante semilla para empezar a situar la educación musical en la agenda educativa española.

En este sentido, y en sintonía con el rol fundamental que ejerce la música en el desarrollo integral del individuo, en comunidades como en Cataluña se está propagando rápidamente el modelo de escuela ordinaria y escuela de música asociadas –muchas veces dentro de lo que se denominan escuelas tándem o *magnet schools* (Orfield, 2013)–. Esta asociación pretende situar la música como eje transversal del currículo obligatorio con el objetivo de potenciar el aprendizaje en todas las áreas y a la vez de lograr promover la motivación y la cohesión del alumnado y de los miembros de la comunidad educativa en general (Zaragozá, 2012). Paralelamente, en distintas comunidades se han consolidado algunos ambiciosos proyectos de escuela integrada de música –en que el alumnado cursa a la vez los estudios ordinarios y los específicos de música o danza– o han ido creciendo la cantidad de centros que se basan en pedagogías como la Waldorf en la que las artes son parte fundamental del proyecto educativo. Aunque escasas, la existencia de este tipo de iniciativas pone en evidencia la preocupación de parte de la sociedad por la educación musical y sus efectos positivos en la educación.

A esta inquietud cabe sumar la preocupación institucional por las matemáticas, un área que históricamente ha ocupado un lugar privilegiado en el currículo escolar pero que desde hace unos años –tras los malos resultados obtenidos en esta materia en las pruebas PISA que han situado a los alumnos españoles a la cola de la OCDE en matemáticas, ciencia y lectura (Gil y Vilches, 2005)– vuelve a estar en el punto de mira de las autoridades educativas (Ministerio de Educación,

Cultura y Deporte, 2014). Algunos investigadores, como Choi de Mendizábal y Calero (2013), han analizado los resultados de las pruebas PISA para señalar, incluso, un alto riesgo al fracaso escolar en el sistema educativo español. Ante esta situación, algunos estudios sobre la práctica educativa en las clases de matemáticas (v. por ejemplo Vicente *et al.*, 2014) sugieren un cambio de dinámicas en el aula con el objetivo de conseguir clases más atractivas y, en definitiva, una mejora en la competencia matemática del alumnado.

En este contexto, el proyecto EMP-M se presenta como una oportunidad de colaborar en un proceso de cambio y mejora educativa que se visualiza como necesario e imprescindible. Cabe señalar que, además de incidir en las materias implicadas, las aportaciones del proyecto pretenden ir más allá. Concretamente, el éxito del proyecto en el contexto español pasaría por lo siguiente:

- Una primera respuesta en forma de estrategias y material didáctico –seleccionado y validado– frente al vacío existente en el campo de trabajo común entre música y matemáticas.
- Una re-valoración de la música como elemento cultural, artístico y humano de primer orden y, consecuentemente, básico para la formación de niños y adultos. O, dicho de otro modo, el crecimiento y consolidación de planteamientos educativos más humanísticos y artísticos.
- Una mejora de actitudes –y a más largo plazo de resultados– en relación con las habilidades y competencias matemáticas.
- Un impulso hacia la consolidación del perfil de docente con un enfoque competencial y menos *disciplinocéntrico* (en el sentido de favorecer una aproximación más integrada de la enseñanza).
- Un paso adelante en la dirección de abrir vías de colaboración entre maestros y, en definitiva, de crear y consolidar equipos de maestros (en el sentido pleno de la expresión).
- Un desarrollo de la creatividad y la capacidad de innovar de los maestros que permita lograr mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje, creando entornos educativos interesantes, significativos y enriquecedores para los alumnos.

Sin embargo, el impulso que el proyecto presentado puede dar en esta dirección dependerá en gran medida de superar dos retos: por un lado, el de coordinar los esfuerzos de expertos y profesorado provenientes de dos didácticas específicas diferentes; y, por otro lado, el de conectar eficazmente el ámbito académico con la realidad y las prácticas escolares.

5. A modo de conclusión

La música y las matemáticas no tienen solamente una raíz sino también un tronco común. La educación no debe desaprovecharlo. El proyecto EMP-M es una iniciativa en esta dirección que, además, busca proponer soluciones a distintas problemáticas educativas, tanto en el contexto europeo como en nuestro entorno más cercano. Como se ha puesto de relieve, la propuesta del EMP-M tiene un gran potencial en las escuelas españolas dadas las circunstancias actuales.

En último término, el mayor deseo es que este proyecto sea uno de los anclajes a partir del cual las políticas educativas tengan en cuenta que la mejora educativa no radica en la – finalmente absurda– cuantificación de horas semanales de cada asignatura, sino en un enfoque holístico del aprendizaje.

Agradecimientos

El presente artículo ha sido elaborado en el marco del proyecto European Music Portfolio: Sounding Ways into Mathematics (ref. 538547-LLP-1-2013-1-CH-COMENIUS-CMP), subvencionado por Lifelong Learning Programme de la UE. Agradecemos a Montserrat Prat, Laia Viladot y Jesús Fernández-Sánchez, compañeros del proyecto EMP-M, su valiosa colaboración en la revisión bibliográfica que presentamos en este artículo.

Referencias bibliográficas

- An, S. A., y Capraro, M.M. (2011). *Music-math integrated activities for elementary and middle school students*. Irvine, CA: Education for All.
- An, S. A., Capraro, M. M., y Tillman, D. A. (2013). Elementary Teachers Integrate Music Activities into Regular Mathematics Lessons: Effects on Students' Mathematical Abilities. *Journal for Learning through the Arts: A Research Journal on Arts Integration in Schools and Communities*, 9(1), 1-19.
- Anderson, M. (2014). *A Three-Part Study in the Connections Between Music and Mathematics*. Undergraduate Honors Thesis Collection, Paper 193. Recuperado (20-6-14) de: <http://digitalcommons.butler.edu/ugtheses/193>
- Andreu, M. y Godall, P. (2012). La importancia de la educación artística en la enseñanza obligatoria: la adquisición de las competencias básicas de primaria en un centro integrado de música. *Revista de Educación*, 357, 179-202.
- Arenzana, V. y Arenzana, J. (1998). Aproximación matemática a la música. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, 35, 17-31,
- Ayala, G., Gilabert, A., Gilabert, M. T., López, I., Martínez, M. E., et al. (2003). El desarrollo del pensamiento lógico-matemático a través de los cuentos y las canciones en educación infantil. *Educación en el 2000. Revista de formación del profesorado*, 6, 82-86.
- Boyd, J. R. (2013). *The relationship between music participation and mathematics achievement in middle school students*. Tesis doctoral, Liberty University (Virginia, EE.UU.).
- Bresler, L. (2003). Out of Trenches: The joys (and risks) of cross-disciplinary collaborations. *Council of Research in Music Education*, 152, 17-39.
- Bustos, M. A. (2007). Un itinerario reflexivo, semántico y didáctico, sobre interdisciplinariedad en educación musical: dos informes de investigación. *Em Pauta*, 18 (31), 95-122.
- Camps, A. (2010). Intervenció, innovació i investigació. Una relació necessària per a les didàctiques. En: J. Vallès, D. Álvarez y R. Rickenmann (eds.), *L'activitat docent. Intervenció, innovació, investigació* (pp.115-123). Girona: Documenta Universitaria
- Cheek, J. M., y Smith, L.R. (1999). Music training and mathematics achievement. *Adolescence*, 34, 759-761.

Choi de Mendizábal, A., y Calero, J. (2013). Determinantes del riesgo de fracaso escolar en España en PISA-2009 y propuestas de reforma. *Revista de Educación*, 362, 562-593.

COAEM (2013). *Manifiesto conjunto de las enseñanzas musicales y de los profesionales de la música ante la LOMCE*. Recuperado (15-07-14) de: <http://www.coaem.org/>

Cslovjecsek, M. (ed.) (2001/2004). *Mathe macht Musik: Impulse zum musikalischen Unterricht mit dem Zahlenbuch*. (Vols. 1-3). Zug, Switzerland: Klett und Balmer.

Cslovjecsek, M., y Linneweber-Lammerskitten, H. (2011). Snappings, clappings and the representation of numbers. *The New Jersey Mathematics Teacher*, 69(1), 10-12.

EMP-M (2014). *European Music Portfolio: Sounding Ways into Mathematics*. Díptico informativo del proyecto.

Gardiner, M. F., Fox, A., Knowles, F., y Jeffrey, D. (1996). Learning improved by arts training. *Nature*, 381, 284.

Geoghegan, N., y Mitchelmore, M. (1996). Possible effects of early childhood music on mathematical achievement. *Journal for Australian Research in Early Childhood Education*, 1, 57-64.

Gil, D., y Vilches, A. (2005). El “escándolo” del informe PISA. *Aula de Innovación Educativa*, 139, 16-19.

Johnson, G. L., y Edelson, R. J. (2003). Integrating music and mathematics in the elementary classroom. *Teaching children mathematics*, 9(8), 474-479.

Lázaro, C., y Riaño, M. (2009). Números con ritmo. *UNO. Revista de didáctica de las matemáticas*, 52, 106-115.

Liern, V. (2008). La música y el número siete. Historia de una relación controvertida. *Suma. Revista para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*, 58, 137-143.

Liern, V. (2011). Música y matemáticas en Educación Primaria. *Suma. Revista para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*, 66, 107-112.

López, P., y Gustems, J. (2007). Reflexiones y dificultades interdisciplinares: una experiencia conjunta de matemáticas y música. *UNO. Revista de didáctica de las matemáticas*, 44, 110-116.

Ludke, K., y Heinmann, H. (ed.) (2012). *European Music Portfolio: A Creative Way into languages - Teacher's Handbook*. Recuperado (29/05/14) de: <http://www.emportfolio.eu/>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). *Resultados en España de PISA 2012*. Nota de prensa. Recuperado (29-6-14) de: <http://www.mecd.gob.es/prensa-mecd/actualidad/2014/04/20140401-pisa.html>

Navarra, G., y de Cian, S. (1994). De los frisos gráficos a los frisos musicales. Un análisis geométrico de dos modelos: una actividad interdisciplinar entre matemáticas, artes figurativas y música. *UNO. Revista de didáctica de las matemáticas*, 2, 43-56.

Orfield, M. (2013). *Integrated Magnet Schools: Outcomes and Best Practices*. Institut on Metropolitan Opportunity, University of Minnesota Law School. Recuperado (29/05/14) de: <http://www.magnet.edu/resources/research-and-studies>

Pozo, J. I. (2010). La transversalidad como enfoque didáctico: enseñar y aprender ‘a través de’ conocimientos específicos. En: J. Vallès, D. Álvarez y R. Rickenmann (eds.), *L’activitat docent. Intervenció, innovació, investigació* (pp.203-212). Girona: Documenta Universitaria.

Reyes, M. C. (2011). *El rendimiento académico de los alumnos de primaria que cursan estudios artísticos-musicales en la Comunidad Valenciana*. Departamento de Filosofía, Universidad de Valencia. Recuperado (08/07/14) de: <http://hdl.handle.net/10803/81333>

Rothstein, E. (1995). *Emblems of Mind: The Inner Life of Music and Mathematics*. New York: Times Books.

Russell-Bowie, D. (2009). Syntegration or disintegration? Models of integrating the arts across the primary curriculum. *International Journal of Education y the Arts*, 10(28). Recuperado (10-07-14) de: <http://www.ijea.org/v10n28/>

Sanders, E. (2012). Investigating the Relationship Between Musical Training and Mathematical Thinking in Children. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 1134-1143.

Segarra, L. (2008). Matemàtiques amb música: aprenem les taules de multiplicar cantant. *Guix. Elements d’acció educativa*, 348, 24-25.

Shilling, W. A. (2002). Mathematics, music, and movement: Exploring concepts and connections. *Early Childhood Education Journal*, 29(3), 179-184.

Steinitz, R. (1996). Music, maths y chaos. *The Musical Times*, 137, 14-20.

Vaughn, K. (2000). Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4), 149-166.

Venegas, A., Tejada, J., Rodrigo, P. C., Thayer, T., Lecaros, A., y Petrovich, M. (2013). Audiográficos: implementación y evaluación de un programa informático para el aprendizaje de

la interpretación y representación matemática de coordenadas a través de la música y el sonido. *Revista Electrónica de LEEME*, 31, 135-155.

Vicente, S., Rosales, J., Chamoso, J. M., y Muñoz, D. (2013). Análisis de la práctica educativa en clases de matemáticas españolas en Educación Primaria: una posible explicación para el nivel de competencia de los alumnos. *Cultura y Educación*, 25(4), 535-548.

Viladot, L., y Casals, A. (2012). Más allá de la canción: propuestas musicales para la enseñanza-aprendizaje en clase de lengua extranjera. En: N. Evnitskaya *et al.* (ed), *TRICLIL proceedings: Better CLIL: more opportunities in primary, secondary and higher education* (pp.296-300). Dipòsit digital de documents de la UAB. Recuperado (29/05/14) de: <http://ddd.uab.cat/record/93582>

Viladot, L., y Cslovjcek, M. (en prensa). ‘Do you speak... music?’ A Continuous Professional Development Course Aimed at the Integration of Music and (Foreign) Language Teaching. *Hellenic Journal of Music, Education, and Culture*.

Villasmil de Vásquez, T., y Palomares, E. (2007). Influencia de la música en el desarrollo del pensamiento lógico matemático. *Equisangulo. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 2 (4). Recuperado (02-07-14) de: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/20331>

Xenakis, I. (1992). *Formalized Music. Thought and Mathematics in Music*. Stuyvesant, NY: Pendragon Press.

Zaragozá, J. L. (2012). El Tàndem Esmuc-Escola Poblenou. La pràctica d'un projecte educatiu singular i innovador. *L'esmucdigital*, 11. Recuperado (01/06/14) de: http://www.esmuc.cat/esmuc_digital/Esmuc-digital/Revistes/