



Revista Latinoamericana de Investigación en
Matemática Educativa, RELIME
ISSN: 1665-2436
ISSN: 2007-6819
relime@clame.org.mx
Comité Latinoamericano de Matemática Educativa
Organismo Internacional

Efectos de enseñar matemáticas a través de actividades musicales

Mato -Vázquez, Dorinda; Chao -Fernández, Rocío; Chao -Fernández, Aurelio

Efectos de enseñar matemáticas a través de actividades musicales

Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME, vol. 22, núm. 2, 2019

Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, Organismo Internacional

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33558681003>

DOI: <https://doi.org/10.19802/relime.19.2222>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Efectos de enseñar matemáticas a través de actividades musicales

Effects of teaching mathematics through music activities

Dorinda Mato -Vázquez

Universidade da Coruña, España

m.matov@udc.es

 <http://orcid.org/0000-0002-8309-2400>

Rocío Chao -Fernández

Universidade da Coruña, España

rocio.chao@udc.es

 <http://orcid.org/0000-0002-6584-0049>

Aurelio Chao -Fernández

Universidade da Coruña, España

aurelio.chao@udc.es

 <http://orcid.org/0000-0001-7846-7637>

DOI: <https://doi.org/10.19802/relime.19.2222>

Redalyc: [https://www.redalyc.org/articulo.oa?](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33558681003)

id=33558681003

Recepción: 19 Marzo 2018

Aprobación: 05 Abril 2019

RESUMEN:

El propósito de este estudio es determinar los efectos a nivel cognitivo en dos grupos de estudiantes de Educación Infantil (49 sujetos de 5 y 6 años): al Grupo Experimental (GE) se le aplicaron actividades musicales relacionadas con contenidos de matemáticas durante dos meses, mientras que el Grupo Control (GC) ejecutó actividades matemáticas tradicionales. El instrumento utilizado fue un cuestionario que cumplimentaron las profesoras antes y después de poner en práctica las actividades, tras recoger —a través de notas de campo diarias— los aprendizajes matemáticos adquiridos por los estudiantes. Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva e inferencial. Se encontraron efectos significativos y positivos en el rendimiento del Grupo Experimental en todos los ítems. Se puede concluir que utilizar la música representa una excelente alternativa en Educación Infantil, ya que tiene un impacto positivo en el aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Actividades musicales, Matemáticas, Enseñanza, Aprendizaje, Educación Infantil.

ABSTRACT:

The purpose of this study was to determine the effects on the cognitive level of two groups of students of Early Childhood Education (49 subjects of 5 and 6 years old), after applying in the classroom of the Experimental Group different musical activities related to mathematics for two months, while the Control Group continued being taught solely with traditional mathematical activities. The used instrument was a questionnaire that the teachers completed before and after the implementation of the activities, after collecting the mathematical learning acquired by students through daily field notes. For data analysis, descriptive and inferential statistics were used. Significant and positive effects on the performance of the Experimental Group were found in all items. It can be concluded that the use of music represents an excellent alternative in Early Childhood Education because it has a positive impact on learning.

KEYWORDS: Musical activities, Mathematics, Teaching, Learning, Early Childhood Education.

RESUMO:

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos sobre o nível cognitivo, em dois grupos de alunos na Educação Infantil (49 indivíduos entre 5 e 6 anos), após a aplicação das atividades musicais do Grupo Experimental relacionadas com conteúdo de matemática durante dois meses, enquanto o Grupo Controle executando atividades matemáticas tradicionais. O instrumento utilizado foi um questionário que completaram os professores antes e depois da implementação das atividades, após a recolha a través do campo diária observa aprendizagem matemática adquiridos pelos alunos. Para a análise dos dados utilizou-se estatística descritiva e inferencial. Foi detectado desempenho significativo e positivo do Grupo Experimental em todos os itens. Pode-se concluir que o uso de música representa uma excelente alternativa na Educação Infantil porque tem um impacto positivo na aprendizagem das crianças.

PALAVRAS-CHAVE: Atividades musicais, Matemática, Ensino, Aprendizagem, Educação Infantil.

RÉSUMÉ:

L'objectif de cette étude est de déterminer les effets dans le niveau cognitif, en deux groupes d'étudiants d'Éducation Infantile (49 sujets âgés de 5 à 6 ans), après l'application des activités musicales dans un Groupe Expérimental liés au contenu des mathématiques pendant deux mois, alors que Groupe Contrôle exécute des activités mathématiques traditionnelles. L'instrument utilisé était un questionnaire qui a rempli les enseignants avant et après l'exécution des activités, en prenant des notes sur l'apprentissage des mathématiques acquises par les étudiants. Pour l'analyse des résultats on a utilisé statistiques descriptives et déductives. On a trouvé un rendement important et positif du Groupe Expérimental dans tous les effets rubriquez. On peut conclure que l'utilisation de la musique représente une excellente alternative dans l'éducation de la petite enfance, car il a un impact positif sur l'apprentissage.

MOTS CLÉS: Musique, Mathématiques, Enseignement et apprentissage, Éducation Infantile.

1. ANTECEDENTES

Numerosos trabajos han puesto de manifiesto las conexiones existentes entre la música y las matemáticas. Incluso se han encontrado relaciones extraordinarias en el contexto de las matemáticas aplicadas a estructuras musicales, que han conducido a problemas abiertos interesantes (Andreatta, 2012).

A pesar de que la teoría de la música matemática se remonta al pensamiento clásico, es un campo de estudio relativamente nuevo, pues hasta finales del siglo XX –con Milton Babbitt, David Lewin, y especialmente John Clough (Yust y Fiore, 2014)– se comienza a vislumbrar como área de estudio emergente. Esta teoría se construye sobre las relaciones y las estructuras comunes de ambos componentes, pudiendo analizarse con fines orientados a la enseñanza y el aprendizaje (Montiel, 2017).

Como señala la autora, este fenómeno es lógico puesto que en todos los niveles de actividad musical se pueden encontrar modelos matemáticos; desde la composición hasta la producción de sonidos por medios tradicionales o digitales. De hecho, empiezan a haber países con experiencias y materiales didácticos que vinculan a ambas disciplinas en el medio escolar (Casals, Carrillo y González -Martin, 2014; Hughes, 2014; Sanders, 2012).

Entre los estudios realizados en este sentido destacan, entre otros, los desarrollados por Anderson (2014), Gareth (2016) y López-Rodríguez (2016), que señalan que la instrucción musical repercute de forma positiva sobre las habilidades relacionadas con las matemáticas, así como en los resultados académicos obtenidos por el alumnado (Liern y Queralt, 2008; Fernández-Carrión, 2011). Por lo tanto, al trabajar los contenidos de forma conjunta, el aprendizaje resulta más atractivo y proporciona seguridad emocional y confianza.

Lo anterior facilita un clima de ayuda, de colaboración y de respeto, además de otros beneficios para el desarrollo matemático del alumnado (Fernández Bravo, 2006; Chao, Mato-Vázquez y López-Chao, 2015). Esta afirmación cobra mayor relevancia si se comienza el trabajo interdisciplinar en la primera etapa del sistema educativo, pues cada vez hay más estudios que evidencian cuán crucial es la estimulación y el aprendizaje en los primeros años de vida (Gómez, 2012; Mato-Vázquez, Chao-Fernández y Chao-Fernández, 2017).

Así mismo, Cslovjcek y Linneweber - Lammerskitten (2011) interrelacionan la música y las matemáticas desde una perspectiva educativa que tiene la finalidad de aportar recursos prácticos para trabajar los contenidos clave: operaciones básicas, duración, geometría, conceptos lógico-matemáticos, etcétera. Además, señalan que el trabajo interdisciplinar de estas materias beneficia considerablemente el aprendizaje de las matemáticas.

Los estudios que hablan sobre trabajar los primeros años de manera experimental, activa y alentadora, apoyados de forma interdisciplinar –y especialmente en el caso de las matemáticas y la música–, corroboran que hay similitudes con la realidad que se vive. Se acerca a la cotidianidad de la vida; se muestra más útil, práctica, dinámica y, por encima de todo, se presenta motivadora (Fernández-Carrión, 2011). Asimismo,

tener mayores niveles de actividad musical estimula el funcionamiento cognitivo desde la infancia hasta la edad avanzada.

Por su parte, Pérez Adeguer y Leganés (2012) señalan que el uso de tareas musicales es de gran utilidad para el aprendizaje de todas las áreas, y hacen énfasis en las matemáticas, debido al miedo que suscitan estos contenidos conforme el alumnado avanza de curso (Mato-Vázquez, 2014). Es conveniente iniciar a los estudiantes en esta materia de un modo más lúdico y relajado a través de actividades prácticas (Noll, 2014), pues los prepararán para la adquisición de las competencias matemáticas dentro de un marco afectivo.

En el marco educativo español, el currículo de Educación Infantil está regulado por la Ley Orgánica 2/2006 (LOE, 2006), misma que se organiza en tres áreas de conocimiento y especifica que el trabajo debe realizarse de manera interdisciplinaria, no parcelada. Por lo tanto, propone crear espacios de aprendizaje que relacionen los contenidos de las diferentes áreas. Sin embargo, esto no se produce en la práctica (Chao-Fernández, Mato-Vázquez y López-Chao, 2015), pues como señala Casals et al. (2014) es habitual observar una desconexión casi absoluta entre las diferentes áreas curriculares.

Con base en este esquema, Vicente, Rosales, Chamoso y Múñez (2013) alegan que en el caso de la enseñanza de las matemáticas, en España acostumbran a tratar los contenidos de la materia establecidos por los currículos, y los plasman en las correspondientes programaciones anuales sin ninguna relación con otras parcelas del conocimiento, lo que acrecienta su fama de ser frías, cerradas e inútiles. No obstante las matemáticas están presentes en las actividades que hacemos a lo largo del día más de lo que imaginamos. De ahí la necesidad de que el niño las valore, las comprenda y las reconozca como imprescindibles en su quehacer diario, puesto que forman parte de sus primeras experiencias; son un instrumento básico que les permite ordenar, establecer relaciones y situar en el espacio y el tiempo los objetos que les rodean y constituyen su entorno (Fernández Bravo, 2006; Peck, 2014; Toussaint, 2013).

Además, las matemáticas representan un lenguaje que se relaciona con otras formas de expresión y con los distintos lenguajes que se emplean habitualmente en Educación Infantil, por lo que no seríamos capaces de desenvolvernos en nuestro día a día sin él (Sanders, 2012; Fernández-Carrión, 2011). Por ello, como señala Canals (2001), en esta etapa es imposible trabajar los contenidos matemáticos aislados. Deben estar relacionados con la educación sensorial y del lenguaje; con la psicomotricidad, la plástica, los cuentos, la música y el conocimiento del medio.

Así mismo, los estudios de Mato-Vázquez y Muñoz-Cantero (2010) demuestran que el interés por las matemáticas disminuye conforme los alumnos avanzan de curso, y que los primeros años son fundamentales para la adquisición del desarrollo del pensamiento matemático –principalmente la prevención de actitudes negativas– aludiendo a la metodología empleada como una de las causas por las que los alumnos no se interesan por ellas.

Por su parte, la experiencia musical activa la imaginación y la creatividad (Kochavi, 2014), construyendo el fundamento desde el que actúan los procesos de cognición: percepción, atención, memoria, inteligencia, pensamiento y lenguaje (An, Ma y Capraro, 2011; An, Capraro y Tillman, 2013). Levitin (2011) probó esta teoría y demostró que mediante la música nuestro cerebro produce un aprendizaje acelerado y significativo; en esta línea Skoe y Kraus (2012) estudiaron en adultos el efecto de la educación musical recibida cuando eran niños desde el punto de vista de los cambios neuronales (neuroplasticidad), y concluyeron que las modificaciones neuronales que genera el aprendizaje musical en la infancia permanece en la edad adulta.

Incluso las investigaciones de Anderson (2014) demuestran que recibir clases de música durante un tiempo prolongado, incide de forma aún más positiva sobre el rendimiento matemático. En este sentido, Rauscher, Shaw y Ky, en un estudio realizado en 1993 en la Universidad de Irving (California) –después de examinar a un grupo infantil que escuchaba música–, demostró que los integrantes desarrollaban los mismos circuitos cerebrales que usamos para realizar operaciones y razonamientos matemáticos.

Efectivamente la música es un poderoso vehículo de aprendizaje y de comunicación interpersonal presente en el lenguaje, en las emociones, en el movimiento (Pérez y Leganés, 2012), y su relación con la competencia

matemática es directa. De hecho, las matemáticas son la base del sonido (Gómez, 2012; Casals, Carrillo y González-Martín, 2014). Además, toda la construcción armónica y parte de la melódica es pura matemática (Arbonés y Milrud, 2011).

Al trabajar la música se realizan pequeñas operaciones en el ritmo; se incrementa la concentración, la atención, e incluso fomenta la educación en valores y mejora la convivencia en la escuela (Cabedo-Mas y Díaz-Gómez, 2015). Sin embargo, la música es la gran olvidada en el sistema educativo español (Oriol de Alarcón, 2014), a pesar de que, para una gran mayoría de personas –especialmente los niños–, resulta más atractiva y motivadora que las matemáticas. Esto, unido a la escasez de investigaciones que vinculan ambas disciplinas en el medio escolar, nos llevó a afrontarla, pues consideramos que el mejor camino para llegar a las matemáticas debería ser través de la música. Además, puede ser de gran ayuda para los profesionales de la educación intentar trabajar ambas materias de manera relacionada, divertida y dinámica.

2. OBJETIVOS

El objetivo general fue analizar los efectos en la enseñanza de las matemáticas a través de actividades musicales en la Educación Infantil. Se plantearon como objetivos específicos los siguientes:

- Diagnosticar la homogeneidad en conocimientos previos matemáticos que poseen los escolares en el último curso de Educación Infantil por grupos y sexo.
- Aplicar actividades musicales fundamentadas en el aprendizaje de las matemáticas a los estudiantes del Grupo Experimental (GE). – Presentar los contenidos a los estudiantes del Grupo Control (GC) utilizando el método tradicional. – Comparar los resultados para determinar el efecto de las actividades musicales en función de los grupos y del sexo de los estudiantes.

3. MÉTODO

El estudio está enmarcado en una investigación de diseño cuasi experimental –de corte cuantitativo– por la falta de control en la conformación inicial de los grupos, tal como lo sugiere Balestrini (2001). Apoyados en Arias (2006), se establecen dos grupos de referencia: el Grupo Experimental (GE), que recibió el estímulo o tratamiento; y el Grupo Control (GC), el cual sólo sirvió de comparación ya que no recibió dicho tratamiento.

Los contenidos matemáticos desarrollados con la estrategia de las actividades musicales trabajados en el aula, y con los docentes respectivos, versan sobre “Propiedades de los objetos” (PO), “Operaciones básicas con elementos concretos” (OB) y “Relaciones espacio -temporales” (RET), elaborados a partir del Decreto 330/2009, vigente en la Comunidad Autónoma de Galicia (España).

3.1. Muestra

Participaron 49 escolares (26 niñas y 23 niños) de Educación Infantil con edades comprendidas entre los 5 y 6 años en el curso lectivo 2014-15. Para efectos de la investigación se dividió la muestra en dos: Grupo Control (GC) formado por 24 alumnos (14 niñas y 10 niños); y Grupo Experimental (GE) con 25 (12 niñas y 13 niños). Ambos grupos desarrollaron los mismos contenidos con una maestra especialista en Educación Infantil. Al Grupo Experimental (GE) se le aplicaron recursos musicales preseleccionados en determinadas actividades dentro del aula –relacionados con contenidos de matemáticas–, mientras que el Grupo Control (GC) ejecutaba actividades matemáticas con una didáctica tradicional.

TABLA I
Distribución de la muestra

	Grupo Control	Grupo Experimental	Total
Mujeres	14	12	26
Hombres	10	13	23
Total	24	25	49

4. INSTRUMENTO

El instrumento que se utilizó para realizar la investigación fue un cuestionario de 10 ítems con seis opciones de respuesta, que van de 0 (nada) a 5 (mucho), diseñado por los investigadores para evaluar algunos contenidos fundamentales de las matemáticas basados en la LOE (2006). A continuación, fue aprobado mediante un sistema de validación interjueces formado por 4 expertos (profesoras y profesores especialistas de matemáticas y música). De esta manera se seleccionaron los ítems más pertinentes por su relevancia (debían estar relacionados con el objeto de estudio) y claridad (fácilmente comprensibles).

Los ítems del cuestionario son los siguientes:

I_1 . Reconocer el círculo, triángulo, cuadrado.

I_2 . Ordenar los objetos por su tamaño.

I_3 . Clasificar los objetos de la vida cotidiana por su forma.

I_4 . Disponer los objetos por su altura.

I_5 . Agrupar elementos según la cantidad.

I_6 . Realizar composiciones con las regletas de Cuisenaire.

I_7 . Asociar el nombre numérico con la cantidad de elementos.

I_8 . Identificar la mañana, tarde o noche.

I_9 . Utilizar distintas unidades de medida.

I_{10} . Reconocer antes-ahora-después.

La distribución de los ítems del cuestionario respecto a los contenidos trabajados en el aula es la siguiente: PO (I_1, I_2, I_3, I_4), OB (I_5, I_6, I_7) y RET (I_8, I_9, I_{10}).

5. PROCEDIMIENTO

La técnica de evaluación que se utilizó fue la observación directa; es decir, se contempló el progreso del niño y de la niña durante la realización de las actividades programadas, centrándonos sobre todo en los aprendizajes adquiridos, así como en el ritmo y características de esta adquisición. Es por ello que en este trabajo se recogió, a través de notas de campo, información descriptiva y reflexiva relevante por parte de las profesoras - tutoras en el día a día de manera procesual. Esta recogida sistemática dio lugar a un diario de clase de cada estudiante que permitió cubrir las dos pruebas: la Preprueba o *Pretest* y la Posprueba o *Postest*.

Tras la realización del *Pretest* por parte de las profesoras-tutoras (en el marco educativo español es el profesor/a tutor/a de Infantil el encargado de impartir música) y el análisis de los datos por los investigadores, se confeccionó un plan de actividades musicales relacionadas con los contenidos matemáticos citados anteriormente (PO, OB y RET), el cual sería desarrollado tres días a la semana durante dos meses con el GE, mientras que en el GC las sesiones de clase relativas a los mismos contenidos se llevaron a cabo de manera tradicional (fichas y libro de texto).

Al concluir las 8 semanas, y tras la consecución de las actividades, las profesoras –con todos los datos de la observación diaria– cubrieron la prueba *Postest* en ambos grupos (Experimental y Control) para

determinar si el tratamiento había aportado algún cambio en el aprendizaje de las matemáticas. Finalmente se realizó la tabulación de los datos, el análisis estadístico y la discusión de los resultados por parte de los investigadores mediante el paquete estadístico SPSS v.21.0. Se realizaron como estadística descriptiva promedios y desviaciones estándar.

El coeficiente de fiabilidad obtenido mediante el *Alpha* de *Cronbach* (consistencia interna) –atendiendo a Domínguez-Lara y Merino-Soto (2015)– es satisfactorio con valores de .797 en el *Pretest* y .865 en el *Posttest* para el Grupo Control; y para el Grupo Experimental .861 en el *Pretest* y .910 en el *Posttest*; y una validez de constructo 9,34.

6. PLAN DE ACTIVIDADES MUSICALES DESARROLLADAS CON EL GE

El desarrollo de trabajo con el GE se realizó formulando una secuencia lógica de actividades estructurada en sesiones utilizando instrumentos musicales, canciones, coreografías, trabajando la duración, la altura y la intensidad, además de cualquier situación de interacción con los escolares que diera respuesta a sus preguntas.

Cada una de las sesiones constó de tres fases: 1) en la asamblea general se realizó una actividad introductoria para comprobar los conocimientos previos, presentar los contenidos y estimular a los estudiantes. Se trató de incitarlos a la acción partiendo de lo que sabían; 2) se llevaron a cabo las actividades de desarrollo en las que los niños y niñas demostraron lo que iban aprendiendo en las fases anteriores, y 3), destaca la fase de relajación en la que se llevaron a cabo tareas de distensión, pero sin perder la conexión con la temática central del programa.

Todas las actividades planteadas tuvieron un carácter lúdico, ya que en estas edades el motor del desarrollo emocional, intelectual y social es el juego. Además, influyen en las estructuras de conocimiento y en las relaciones con el entorno.

Debe destacarse que el docente se esforzó en favorecer un clima de seguridad y confianza. En todo momento se preocupó por ayudar a los estudiantes a la hora de desarrollar las actividades, recordando las reglas colectivas y orientando a los que estaban bloqueados proporcionándoles nuevas pautas de actuación.

Dado que la música es atractiva para el alumnado, más en estas edades, hemos planteado una serie de actividades musicales que les resulten motivadoras para, de manera progresiva, relacionarlas con los conceptos matemáticos. Se muestra un ejemplo de cómo se ha trabajado la cualidad del sonido “Duración” desde la música y las matemáticas interdisciplinarmente.

6.1. La carrera musical

Objetivos:

- Conocer algunas figuras musicales (blanca, negra, corchea y silencio de negra).
- Comprender que cada figura tiene una duración.

Grupo de trabajo: Todos juntos.

Recursos materiales: Canción *La carrera musical*.

Temporalización: 15 minutos.

Descripción: Escucharemos la canción *La carrera musical*. Tras el primer contacto, le preguntaremos al alumnado sobre las figuras: ¿corrían todas igual de rápido?, ¿cuál va más rápida?, ¿cuál va más lenta? A continuación, podremos volver a escuchar la canción imitando las figuras que participan en la carrera.

En esta actividad, a través de la escucha tenían que lograr conocer y comprender la duración de las figuras musicales blanca, negra, corchea y silencio de negra. Después, comprobamos con preguntas si esos conocimientos habían sido asimilados, y finalmente a partir del movimiento debían vincularlos con el

concepto matemático “Rápido-lento”, mediante la experiencia de una carrera en la que imitaron a las figuras musicales más rápidas o más lentas.

6.2. La máquina Simón

Objetivos:

- Seguir una secuencia de sonidos.
- Conseguir una secuencia de sonidos más rápido o menos rápido.

Grupo de trabajo: Grupos de 4 a 5 niños y niñas.

Recursos materiales: La máquina *Simón*.

Temporalización: 30 minutos.

Descripción: De forma aleatoria, la máquina va iluminando las secciones de colores, y emite un sonido propio según se ilumina. Después de esperar, el alumno debe ir introduciendo la secuencia ofrecida por la máquina, en el orden correcto, ayudándose de su memoria visual y sonora. Si lo consigue, la máquina responderá con una secuencia más larga, y así sucesivamente. Si falla, el alumno debe ceder su turno al siguiente compañero. Los distintos niveles de dificultad van aumentando la velocidad de la secuencia a repetir.

En esta actividad, además de pretender la implicación del alumno en el trabajo interdisciplinar –mediante la secuencia de sonidos “Rápido-lento”–, se pretende que mejore la memoria, la atención y concentración, aumentando la dificultad de manera progresiva.

6.3. Dominó musical

Objetivos:

- Entender el tiempo que ocupa cada figura.
- Saber reproducir el tiempo de las figuras con palmadas.

Grupo de trabajo: Todos juntos.

Recursos materiales: Dominó adaptado.

Temporalización: 20-25 minutos.

Descripción: El dominó consta de figuras redondas, blancas, negras, corcheas y silencio de negra, y con dos colores: rojo y negro. Cada niño y niña coge 6 fichas que están colocadas boca abajo. Empieza el que tenga la ficha doble de redondas. Tendrán que ir colocando las fichas de manera que unan, por ejemplo, negra roja-negra roja, y darán una palmada contando el tiempo que ocupa cada figura; en este caso será contar hasta uno. Cuando se trate del silencio, el niño no dará palmada, pero esperará el tiempo necesario. Ganará el que termine antes sus fichas.

Esta actividad encierra más dificultad que las anteriores, ya que añadimos la figura *redonda*, para lo cual es necesario tener muy asimilado el concepto de duración relacionado con cantidad.

6.4. ¡Vamos a bailar!

Objetivos:

- Ser capaces de recordar una secuencia.
- Interiorizar los números ordinales.

Grupo de trabajo: Todos juntos.

Recursos materiales: Un reproductor de música.

Temporalización: 15 minutos.

Descripción: Se realizará una lluvia de ideas de los pasos que el alumnado quiera introducir en la coreografía. Una vez que los hayan propuesto, se adaptarán a una canción conocida por los niños. Ésta fue una de las coreografías:

Primero: Damos todos 1 salto.

Segundo: Giramos hacia nuestra derecha 2 veces.

Tercero: Movemos los brazos arriba en círculos 3 veces.

Cuarto: Movemos la cadera a la derecha y a la izquierda 4 veces.

Quinto: Nos tapamos la nariz y nos agachamos 5 veces.

Se repite las veces que haga falta y que los niños quieran.

Esta actividad fue una de las más atractivas para los estudiantes, ya que además de divertirse, consolidaron los conocimientos musicales y matemáticos trabajados, y se añadieron otros como lateralidad, numeración, figuras geométricas, etc.

7. RESULTADOS

a) Promedios y desviaciones estándar del *Pretest* y *Posttest* por grupos y sexo en los respectivos ítems.

I_1 . Reconocer el círculo, triángulo, cuadrado.

En lo que respecta al I_1 se diagnosticó que los promedios y desviación estándar muestran que, respecto a las pruebas inicial y final, existen diferencias significativas $\text{Sig (bilateral)} = 0,000$ en el rendimiento académico del Grupo Experimental, en comparación con los resultados obtenidos por los participantes del Grupo Control atendiendo al sexo (Tabla II). Se ha considerado la diferencia estadísticamente significativa en todos los casos en los que el valor p estuviera por debajo del nivel de significancia (α) de 0.05. (Forsyth, 1988).

En particular, se manifiesta que el rendimiento de los hombres ha experimentado una mejoría en el grupo GE, mientras que las mujeres tienen una media menor. Se debe tener en cuenta que las puntuaciones de partida eran superiores en las mujeres en GC y GE, y en la puntuación Posttest son mayores las obtenidas por los hombres.

TABLA II
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_1 por grupo y sexo

Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer	2.66 2.28	14
				10
	GE	Mujer	±.81 ±.75	12
				13
	GE	Hombre	2.63 2.31	12
				13
Posttest	GC	Mujer	2.76 2.92	14
				10
	GE	Mujer	±.77 ±.75	12
				13
	GE	Hombre	3.92 4.21	12
				13

I_2 . Ordenar los objetos por su tamaño.

En I_2 se muestran diferencias significativas entre los grupos GC y GE, a favor de estos últimos en todos los casos Sig (bila) = 0,000. Vuelven a sobresalir los hombres, aunque todos experimentan un incremento significativo de la calificación (Tabla III). En tanto que las medias del GC son homogéneas en ambos sexos y en ambas pruebas, en el GE las diferencias entre los sexos eran superiores en las mujeres al iniciar el proyecto, pero los hombres manifestaron superioridad en la segunda prueba.

TABLA III
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_2 por grupo y sexo

	Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer	3.45	±1.46	14
		Hombre	3.41	±1.38	10
	GE	Mujer	2.91	±.48	12
		Hombre	2.85	±.37	13
Postest	GC	Mujer	3.53	±1.39	14
		Hombre	3.50	±1.16	10
	GE	Mujer	4.16	±.75	12
		Hombre	4.42	±1.13	13

I_3 . Clasificar los objetos de la vida cotidiana por su forma.

Considerando el contenido I_3 , los promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas dejan ver de nuevo que el Grupo Experimental mejoró en ambos sexos, por lo que podemos afirmar que los efectos del programa de actividades musicales recreativas, aplicadas para valorar el dominio de los estudiantes, son también significativos y positivos. En la Tabla IV podemos confirmar que el GE partía de valores menores que el GC en ambos sexos, sin embargo, el Postest manifiesta mejores calificaciones en el Grupo Experimental, mayormente en las mujeres.

TABLA IV
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_3 por grupo y sexo

	Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer			14
		Hombre	2.84 2.94	±.45 ±.63	10
	GE	Mujer	1.96 1.91	±.71 ±.38	12
		Hombre			13
					14
					10
Postest	GC	Mujer	3.14 3.25	±.30 ±.38	10
	GC	Hombre			12
	GE	Mujer	4.85 4.71	±1.36 ±1.48	12
	GE	Hombre			13

I_4 . Disponer los objetos por su altura.

Para I_4 se encontraron resultados que discrepan respecto a los ítems anteriores. De acuerdo con la Tabla V, la mejoría en ambos grupos es mínima, y sólo se dio en el GE y en las mujeres. En los demás casos, los

resultados son menores en el *Posttest* que en el *Pretest*. Esto fue analizado con las profesoras respectivas y lo justificaron diciendo que ese día un contratiempo interno enrareció el ambiente de clase, y los estudiantes se distrajeran haciendo las tareas.

TABLA V
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_4 por grupo y sexo

Grupo		Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer	2.74 3.05	±.75 ±.00	14
		Hombre			10
	GE	Mujer	2.88 2.24	±.40 ±1.06	12
		Hombre			13
	<hr/>				
	Postest	GC	Mujer	2.61 2.32	±.75 ±.97
Hombre			10		
GE		Mujer	2.93 2.76	±.40 ±.75	12
		Hombre			13

I_5 . Agrupar elementos según la cantidad.

Con base en la Tabla VI, se detectó que el GC experimentó una mejoría leve en los hombres, y apenas se percibe cambio en las mujeres. Por su parte el GE mejoró de manera significativa y de modo especial, ya que las puntuaciones del cuestionario previo daban valores superiores en el GC que en el GE para ambos sexos. Por lo que se puede inferir que las actividades musicales han sido de gran provecho para los estudiantes.

TABLA VI
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_5 por grupo y sexo

Grupo		Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer			14
		Hombre	2.94 3.15	$\pm .75 \pm .00$	10
	GE	Mujer	2.68 2.34	$\pm .40 \pm 1.06$	12
		Hombre			
					13
					14
Postest	GC	Mujer			
		Hombre	2.98 3.28	$\pm .75 \pm .97$	10
	GE	Mujer	4.96 4.77	$\pm .40 \pm .75$	12
		Hombre			
					13
					14

I_6 . Realizar composiciones con las regletas de *Cuisenaire*.

Se encontró que los resultados del I_6 siguen la misma línea de los anteriores en cuanto al sexo y a los dos grupos. En tanto que los valores iniciales eran homogéneos en hombres y mujeres, en el *Posttest* el GE se desmarca del GC con diferencias dignas de mención; especialmente las mujeres están al borde de la puntuación máxima, aunque es verdad que partían de valores más altos que los hombres (Tabla VII).

TABLA VII
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_6 por grupo y sexo

	Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer	2.11	$\pm.75$	14
		Hombre	2.12	$\pm.77$	10
	GE	Mujer	2.43	$\pm.53$	12
		Hombre	2.21	$\pm.87$	13
Posttest	GC	Mujer	2.66	$\pm.87$	14
		Hombre	2.72	$\pm.67$	10
	GE	Mujer	4.92	± 1.45	12
		Hombre	4.21	± 1.34	13

I_7 . Asociar el nombre numérico con la cantidad de elementos.

Para los promedios y desviaciones estándar del I_7 , se manifiestan valores más altos en todos los casos al pasar el cuestionario por segunda vez. Se muestran diferencias significativas Sig (bila) = 0,000 entre los grupos Control y Experimental –a favor de los primeros en el *Pretest* y a favor de los segundos en el *Posttest*– en ambos sexos (Tabla VIII).

TABLA VIII
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_7 por grupo y sexo

	Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer			14
		Hombre	3.15 3.21	$\pm 1.56 \pm 1.68$	10
	GE	Mujer	2.81 2.75	$\pm.58 \pm.27$	12
		Hombre			13
					14
					14
Posttest	GC	Mujer			10
		Hombre	3.43 3.40	$\pm 1.29 \pm 1.36$	12
	GE	Mujer	4.06 4.32	$\pm.45 \pm 1.23$	12
		Hombre			13

I_8 . Identificar la mañana, tarde o noche.

Para el caso del I_8 destaca nuevamente el GE respecto al GC en el resultado del Posttest. Partiendo de medias en los test iniciales –en las que los hombres destacaban ligeramente en los dos grupos–, sobresalen los hombres en el GC del *Posttest*, si bien en el GE hay una pequeña inclinación hacia las mujeres. Además, es necesario destacar que los resultados del *Pretest* eran bajos en general, en tanto que los del *Posttest* del GE son muy altos, llegando las mujeres a puntuaciones muy cercanas al 5 (Tabla IX).

TABLA IX
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_8 por grupo y sexo

Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer	1.84 1.94	14
		Hombre	1.86	10
	GE	Mujer	$\pm .65 \pm .53$	
		Hombre	$\pm .71 \pm .58$	12
				13
				14
Posttest	GC	Mujer	2.64 2.75	10
		Hombre	4.95 4.81	
	GE	Mujer	$\pm .30 \pm .58$	12
		Hombre	$\pm 1.56 \pm 1.48$	
				13

I_9 . Utilizar distintas unidades de medida.

Como se puede observar en la Tabla X, las puntuaciones obtenidas en el I_9 revelan que el GE, partiendo de notas muy bajas en el *Pretest*, ha mejorado más que el GC. Si comparamos por sexo, vemos que en el GC las mujeres tenían medias más bajas y en el *Posttest* más altas. En cambio, en el GE las puntuaciones de las mujeres eran y siguen siendo más altas.

TABLA X
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_9 por grupo y sexo

Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer	1.94 2.15	14
		Hombre	$\pm .88 \pm .10$	10
		Mujer	1.68 1.34	12
		Hombre	$\pm .31 \pm 1.05$	13
	GE			14
Postest	GC	Mujer	2.78 2.48	10
		Hombre	$\pm .76 \pm .76$	12
		Mujer	3.96 3.77	13
		Hombre	$\pm .39 \pm .76$	14
	GE			13

I_{10} . Reconocer antes-ahora-después.

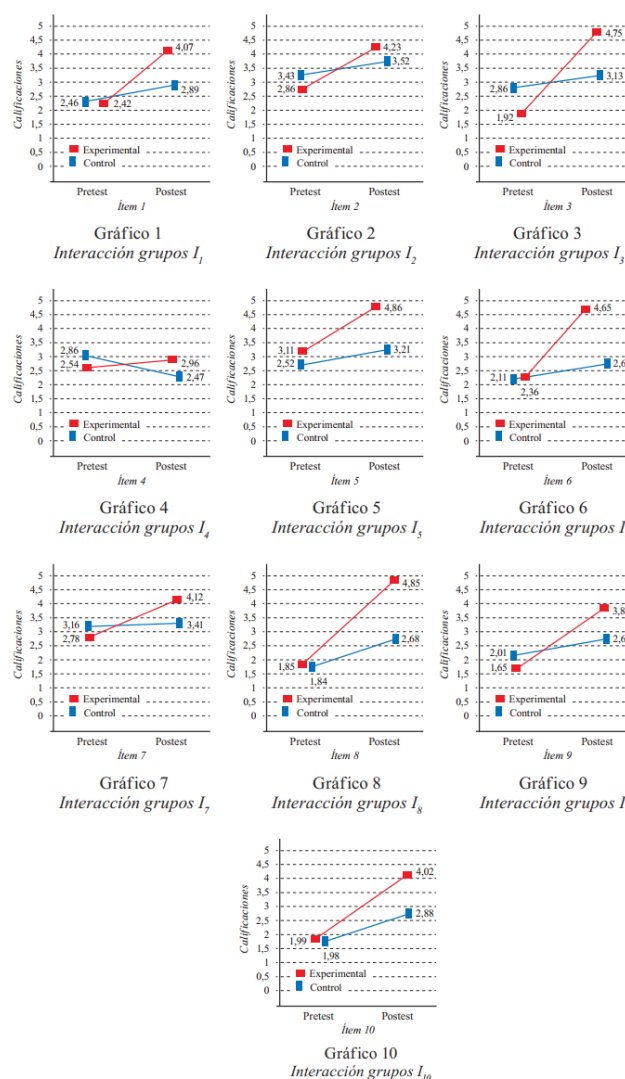
Para el I_{10} se percibe (Tabla XI) que los hombres del GC tienen mejores puntuaciones en el *Pretest*, y son más bajas en el GE; una situación que se mantiene en el *Posttest*. Esto significa que en general hay diferencias por sexo. En cuanto a las diferencias por grupo, es el GE el que deja entrever mejores calificaciones en los *Posttest*. Por lo tanto, se puede argumentar que los hombres manifestaron mejorías menores en este ítem.

TABLA XI
Promedios y desviaciones estándar de las puntuaciones obtenidas en I_{10} por grupo y sexo

Grupo	Sexo	Promedio	Desviación estándar	n
Pretest	GC	Mujer	1.85	14
		Hombre	2.03	10
	GE	Mujer	$\pm .98 \pm .01$	12
		Hombre	$\pm .41 \pm 1.08$	13
Posttest	GC	Mujer	2.79	14
		Hombre	2.98	10
	GE	Mujer	$\pm .74 \pm .98$	12
		Hombre	$\pm .49 \pm .71$	13

b) Comparativas del *Pretest* y *Posttest* entre las medias obtenidas por el Grupo Experimental y el Grupo Control en cada uno de los ítems.

Se encontraron efectos significativos y positivos del programa de actividades musicales enfocado a las matemáticas, sobre el rendimiento de los y las estudiantes en todos los ítems que fueron aplicados para valorar el dominio de conceptos básicos de las matemáticas Sig (bila) = 0,000. Con respecto a $I_1, I_2, I_3, I_4, I_7, I_8, I_9$ se puede apreciar que partimos de valores más bajos en el GE que en el GC. Sin embargo, las puntuaciones halladas después de la prueba son más altas con diferencia reveladora. En el I_5 e I_6 , se percibe mejor nota media en el *Pretest* del GE, y casi la misma en el I_8 e I_{10} . En el *Posttest* es mayor el GE en todos los ítems.



c) Comparativas del *Pretest* y *Posttest* entre las medias obtenidas por el Grupo Experimental y el Grupo Control en cada uno de los contenidos.

Atendiendo a los contenidos, los resultados evidencian que los y las integrantes del Grupo Experimental mejoraron significativamente en todos los casos al aplicar el segundo cuestionario, mientras que el Grupo Control se mantuvo estable o aumentaba poco su rendimiento. A la vista de los gráficos 11, 12 y 13, la interacción de grupos y mediciones para el rendimiento por contenidos en *Pretest* –tanto en el GC como en el GE–, demuestran que PO es el más alto, seguido de OB y por último RET.

Asimismo en el GE de *Posttest* se evidencia que OB (I_5 , I_6 , e I_7) es el más alto, seguido de RET (I_8 , I_9 , e I_{10}) y después PO (I_1 , I_2 , I_3 e I_4), mientras que el orden de mayor a menor en el GC es OB, PO y RET.

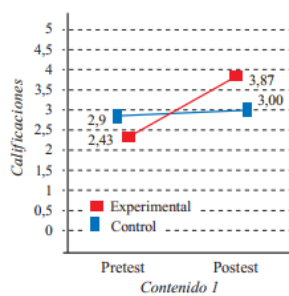


Gráfico 11
Interacción de grupos
y mediciones para
el rendimiento en el
contenido PO

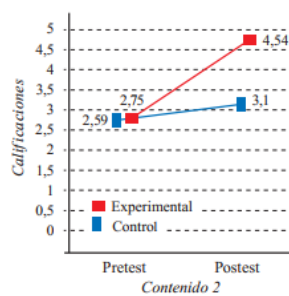


Gráfico 12
Interacción de grupos
y mediciones para
el rendimiento en el
contenido OB

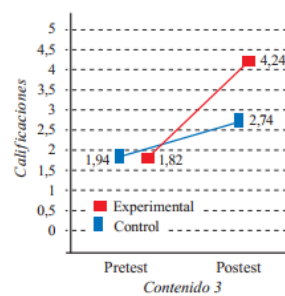


Gráfico 13
Interacción de grupos
y mediciones para
el rendimiento en el
contenido RET

d) Comparativo de medias de los grupos experimental y control total.

Se deduce que a tenor de los resultados totales (Gráfico 14), las medias totales del GC y del GE en *Pretest* eran iguales. No obstante, las puntuaciones de ambos grupos en el *Posttest* difieren de 4,27 el GE y 2,95 el GC.

Por lo que el tratamiento aplicado fue positivo, lo cual va en la línea de otros estudios que han demostrado la efectividad de la música para estimular el funcionamiento cognitivo (Cslovjecsek y Linneweber-Lammerskitten, 2011; Sanders, 2012; Anderson, 2014).

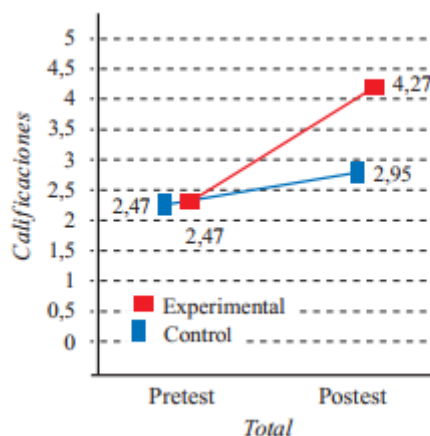


GRÁFICO 14
Interacción de grupos y mediciones para el rendimiento total

8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo general de esta investigación consistente en analizar los efectos de enseñar matemáticas a través de actividades musicales en Educación Infantil se ha cumplido, y resultó una experiencia novedosa, ya que coincidiendo con Hall (2014) se han desarrollado los contenidos matemáticos a través de la música de manera interdisciplinar.

En cuanto a los objetivos específicos podemos decir que, con relación a los conocimientos previos matemáticos que poseían los escolares, la muestra es homogénea en ambos casos respecto al I_1 “Reconocer el círculo, triángulo y cuadrado”, al I_2 “Ordenar objetos por su tamaño”, al I_6 “Realizar composiciones de las regletas de *Cuisinaire*” y al I_9 “Utilizar distintas unidades de medida”.

En cambio, se muestran diferencias respecto al grupo en el I_3 “Clasificar los objetos de la vida cotidiana por su forma” y en el I_7 “Asociar el nombre numérico con la cantidad de elementos”. En relación con el sexo,

hay diferencias en el I_4 “Disponer los objetos por su altura”, el I_5 “Agrupar elementos según la cantidad” y el I_8 “Identificar la mañana, tarde o noche”.

Con respecto a los dos grupos (Grupo Control y Grupo Experimental) y a los 10 ítems del cuestionario, se logró que el Grupo Experimental mostrara mayores aciertos en comparación a la primera aplicación del mismo, mejorando sustancialmente en comparación al Grupo Control que se mantuvo estable o aumentó mínimamente su rendimiento. En concreto, destaca la mejoría en los ítems 1, 5, 6 y 8, siendo el 6 en el que se evidenció una mayor diferencia. En los ítems 2, 3, 4, 7 y 9 el Grupo Control tuvo mejores calificaciones en el *Pretest* que el Grupo Experimental, sin embargo, en el *Posttest* destacó el Grupo Experimental.

En cuanto al sexo y los ítems se aprecian, en general, efectos positivos del programa de actividades musicales sobre el rendimiento de los estudiantes en los 10 ítems. En el caso del I_4 disminuyó la media del rendimiento *Posttest* en hombres y mujeres del GC, y aumentó mínimamente en el GE, pero fue por motivos que según las profesoras tenían una justificación válida y congruente.

Atendiendo a los dos grupos y contenidos, los resultados indican mejoría en el GE respecto al GC en los tres contenidos: propiedades de los objetos, operaciones básicas con elementos concretos, y relaciones espaciotemporales. Esto nos lleva a concluir que las actividades aplicadas fueron positivas, lo cual está en la línea de otros estudios que han demostrado la efectividad de los patrones rítmicos, las intensidades, las duraciones, las alturas, las velocidades, la simetría, etcétera, como mecanismos musicales eficaces en la adquisición de competencias matemáticas (Casals et al., 2014). La presente investigación hace eco de esos hallazgos y los extiende al mostrar evidencias de tales beneficios en la edad infantil, en la cual no son frecuentes los estudios, como los autores anteriores indican, además de advertir que es necesario realizar más investigaciones.

Tras la puesta en práctica de esta experiencia, se puede concluir que la aplicación de actividades musicales como recurso en el aprendizaje matemático representa una excelente alternativa para los docentes de Educación Infantil, que buscan satisfacer las necesidades de aprendizaje de los niños y niñas en una etapa fundamental para su desarrollo integral. De este modo se ha logrado el objetivo propuesto, lo que supone una importante aportación al avance del trabajo interdisciplinar de ambas disciplinas.

En definitiva, se lograron alcanzar los conocimientos básicos de las matemáticas—por medio de experiencias musicales guiadas y planeadas— que permitieron estimular al alumnado en un ambiente agradable y propicio, ya que se realizaron con una elevada motivación, armonizando todas sus dimensiones, tanto físicas como emocionales. Por tanto, podemos afirmar que para estas maestras la música representó una excelente alternativa, ya que tuvo un impacto positivo en el rendimiento y en la motivación de los niños y de las niñas de estas aulas. En consecuencia, confirmamos que el aprendizaje debe producirse en un contexto placentero y debe adaptarse a las necesidades que los escolares tienen para explorar y conocer su entorno. Pero también es evidente que se requieren profesionales formados en didáctica de las matemáticas y didáctica musical para acometer este desafío (Montiel y Gómez, 2014).

REFERENCIAS

- An, S., Ma, T., y Capraro, M. M. (2011). Preservice teachers' beliefs and attitude about teaching and learning mathematics through music: An exploratory study. *School Science and Mathematics Journal*, 111(5), 235-247. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00082.x>
- An, S., 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. <https://doi.org/10.21977/D99112867>
- Anderson, M. (2014). *A Three-Part Study in the Connections Between Music and Mathematics*. Undergraduate Honors Thesis Collection, Paper 193. Recuperado de: <http://digitalcommons.butler.edu/ugtheses/193>

- Andreatta, M. (2012). *On two open mathematical problems in music theory: Fuglede spectral conjecture and discrete phase retrieval*. Trabajo presentado en Algebra Seminar, TU Dresden. Recuperado de: http://repmus.ircam.fr/_media/moreno/algebraseminar_dresden_andreatta_nov2012_.pdf
- Arbonés, J. y Milrud, P. (2011). *La armonía es numérica: música y matemáticas* (1ª ed.) Barcelona: RBA. Libros S. A. ISBN: 9788447360012
- Árias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica* (5ª ed.). Caracas: editorial Episteme. ISBN: 980-07-8529-9
- Balestrini, M. (2001). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Caracas: BL Consultores asociados.
- Cabedo-Mas, A. y Díaz-Gómez, M. (2015). Arte y música en la educación obligatoria, algo más que un detalle curricular de buen tono. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 5(3), 268-295. <http://dx.doi.org/10.17583/rmie.2015.1555>
- Canals Tolosa, M. A. (2001). *Vivir las matemáticas*. Barcelona: Octaedro - Rosa Sensat.
- Casals Ibáñez, A., Carrillo Aguilera, C., González-Martín, C. (2014). La música también cuenta: combinando matemáticas y música en el aula. *Revista Electrónica de Música en la Educación*, 34, 1-17. Recuperado de: <https://ojs.uv.es/index.php/LEEME/article/view/9861>
- Cslovjcek, M. y Linneweber -Lammerskitten, H. (2011). Snappings, clappings and the representation of numbers. *The New Jersey Mathematics Teacher*, 69(1), 10-12.
- Chao -Fernández, R., Mato -Vázquez, Mª D. y López -Chao, A. (2015). ¿Se trabajan de forma interdisciplinar música y matemáticas en educación infantil? *Educação e Pesquisa*, 41(4), 1009-1022. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-9702201512139014>
- Decreto 330/2009, de 4 de Junio, por el que se establece el currículo de Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia. (s.f.). (DOG Nº 121, 23/6/2009).
- Domínguez - Lara, S. y Merino - Soto, C.M. (2015). ¿Por qué es importante reportar los intervalos de confianza alfa de Cronbach? *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 13(2), 1326-1328. Recuperado de: <http://revistaumanizales.cinde.org.co/rclsnj/index.php/Revista-Latinoamericana/article/view/2030>
- Fernández Bravo, J. A. (2006). *Didáctica de la Matemática en Educación Infantil*. Madrid: Grupo Mayéutica.
- Fernández - Carrión, M. (2011). Música y matemáticas: conexiones curriculares para un mayor éxito educativo. *Revista Educativa Musical*. Recuperado de: <https://bit.ly/2FZSsbH>
- Forsyth, R. F. (1988). *Introduction to Statistics*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Gareth, R. E. (2016). *From Music to Mathematics: exploring the connections*. Baltimore (Maryland): Jonhs Hopkins University Press.
- Gómez Martín, P. (2012). Matemáticas y música en niños pequeños. *RSME (Real Sociedad Matemática Española)*. Recuperado de: <https://bit.ly/2UMgi4c>
- Hall, R. (2014). Acoustics labs for a general education math and music course. *Journal of Mathematics and Music*, 8(2), 125–130. <https://doi.org/10.1080/17459737.2014.930193>
- Hughes, J. (2014). Creative experiences in an interdisciplinary honors course on mathematics in music. *Journal of Mathematics and Music*, 8 (2), 131–143. <https://doi.org/10.1080/17459737.2014.936916>
- Kochavi, J. (2014). Musica speculativa for the twenty -first century: integrating mathematics and music in the liberal arts classroom. *Journal of Mathematics and Music*, 8 (2), 117–123. <https://doi.org/10.1080/17459737.2014.927013>
- Levitin, D. (2011). *Tu cerebro y la Música. El estudio científico de una obsesión humana*. Barcelona: RBA.
- Ley Orgánica 2/2006, (LOE) de 3 de mayo, de Educación, núm. 106, Boletín Oficial del Estado, de 4 de mayo de 2006 17158-17207 (2006).
- Liern Carrion, V. y Queralt Llopis, T. (2008). *Música y matemáticas: la armonía de los números*. Badajoz: FESPM, 2008. Recuperado de: https://www.fespm.es/IMG/pdf/dem2008_-_musica_y_matematicas.pdf
- López Rodríguez, M. (2016). Matemáticas y música de 0 a 3. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 5(1), 65-68. Recuperado de: <http://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/14/16>

- Mato -Vázquez, D. (2014). *La afectividad hacia las matemáticas*. Charlston, S. C.: Netbiblo.
- Mato -Vázquez, D., Chao -Fernández, R. y Chao -Fernández, A. (2017). O piano matemático. *Revista de Estudios Investigación en Psicología y Educación*. Vol. Extra. (06). <https://doi.org/10.17979/reipe.2017.0.06.2123>
- Mato -Vázquez, D. y Muñoz -Cantero, J. M. (2010). Efectos generales de las variables actitud y ansiedad sobre el rendimiento en matemáticas en alumnos de educación secundaria obligatoria. Implicaciones para la práctica educativa. *Revista de Ciencias Psicológicas*, 4 (1), 27-40. <https://doi.org/10.22235/cp.v4i1.109>
- Montiel, M. (2017). Un experimento piloto sobre la enseñanza interdisciplinaria integrada a nivel universitario: matemáticas y música. *Foro de Educación*, 15(22), 1-30. <https://doi.org/10.14516/fde.532>
- Montiel, M. y Gómez, F. (2014). Music in the pedagogy of mathematics. *Journal of Mathematics and Music*, 8(2), 151-166. <https://doi.org/10.1080/17459737.2014.936109>
- Noll, T. (2014). Getting Involved with Mathematical Music Theory. *Journal of Mathematics and Music*, 8(2), 167-182. <https://doi.org/10.1080/17459737.2014.943818>
- Oriol de Alarcón, N. (2014). Implementación de la música en la enseñanza general en España. *Música y educación: revista trimestral de pedagogía musical*, 100, 26-43.
- Pérez Aldeguez, S. y Leganés Lavall, E. (2012). La Música como herramienta interdisciplinar: un análisis cuantitativo en el aula de lengua extranjera de primaria. *Revista de Investigación en Educación*, 10(1), 127-143. Recuperado de: <http://reined.webs.uvigo.es/index.php/reined/article/view/139>
- Peck, R. (2014). Mathematical music theory pedagogy and the 'New Math'. *Journal of Mathematics and Music*, 8(2), 145-150. <https://doi.org/10.1080/17459737.2014.927115>
- Rauscher, F. H, Shaw, G. L. y Ky, C. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(611), 6447. <https://doi.org/10.1038/365611a0>
- Sanders, E. (2012). Investigating the relationship between musical training and mathematical thinking in children. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 1134-1143. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.607>
- Skoe, E. y Kraus, N. (2012). A little goes a long way: how the adult brain is shaped by musical training in childhood. *The Journal of Neuroscience*, 32(34), 11507-11510. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1949-12.2012>
- Toussaint, G. (2013). *The Geometry of Musical Rhythm*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC.
- Vicente, S., Rosales, J., Chamoso, J. M., y Múñez, 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. <https://doi.org/10.1174/113564013808906799>
- Yust, J. y Fiore, T. (2014). Introduction to the special issue on pedagogies of mathematical music theory. *Journal of Mathematics and Music*, 8(2), 113-116. <https://doi.org/10.1080/17459737.2014.951188>